This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

CHEMINS DE FER

OU

ABSENCE DE CHEMINS DE FER?

TRANSPORTATION LIBRARY

CHEMINS DE FER

OU

ABSENCE DE CHEMINS DE FER?

VOIE ÉTROITE, C'EST-A-DIRE : ÉCONOMIE ET EFFICACITÉ.	*Opposée à*	VOIE LARGE, C'EST-A-DIRE : EXAGÉRATION DE PRIX ET EXTRAVAGANCE.

PAR ROBERT F. FAIRLIE, 1831-1885

"La vérité apparaît si claire de mon côté, si frappante, si limpide et si évidente, que tout œil non fermé ne peut manquer d'en être frappé."

"HENRY VI."

PARIS :
LIBRAIRIE LACROIX, 54, RUE DES SAINTS-PÈRES.

1872.

Transportation
Library
TF
675
.F174

GRANT ET CIE, LONDRES, ET 31, RUE DE LA CHOPINETTE, PARIS.

12aew
9-30-31

A Sa Grâce

LE DUC DE SUTHERLAND, K.G.,

etc., etc., etc.,

Milord Duc,

Je me regarde comme très-heureux de pouvoir dédier à Votre Grâce (que l'on regarde comme un des principaux promoteurs de l'amélioration des moyens de transport) le travail qui va suivre, et qui est destiné à répandre les connaissances des principes sur lesquels les "chemins de fer de l'avenir" devront certainement être construits.

J'ai l'honneur d'être,

De Votre Grâce,

Le très-humble et très-obéissant serviteur,

R. F. FAIRLIE.

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
Introduction	xi.
Résumé des avantages invoqués par le général Buell en faveur de la voie étroite, avantages à la discussion desquels M. Seymour consacre sa revue	1, 2
Remarques faites par M. Seymour sur le prix comparatif d'établissement de l'assiette d'une ligne à voie étroite ou à voie large, et pour réfuter le gain de 23 pour cent mis en avant par le général Buell, en faveur de la voie étroite	4, 5
Démonstration de l'erreur du raisonnement de M. Seymour, et preuves données à l'appui des allégations du général Buell	5—8
Progrès des chemins de fer en Norwége : essai et abandon de la *voie large établie avec des matériaux légers*, et adoption de la voie étroite. M. Carl Pihl étend les applications de la voie étroite : relevé de l'économie réalisée relativement à une voie de largeur ordinaire	9
Estimation comparative faite par M. John Fowler et par M. John Hawkshaw de deux lignes construites dans les mêmes conditions, et également équipées, sur les largeurs respectives de 1m.68 et de 1m.06, pour l'Inde	12
M. Charles Douglas Fox estime "la différence de prix entre les lignes construites avec la petite ou la grande largeur"	12, 13
Chemin de fer à voie étroite Toronto, Grey et Bruce, au Canada	13, 14
Comparaison du prix du Toronto, Grey et Bruce avec un chemin avec voie de 1m.68, établi sur le même terrain	14

PAGES.

Economie réalisée sur le chemin de fer Denver et Rio-Grande, à voie de $0^m.91$, comparé au chemin de fer Kansas-Pacific avec voie de $1^m.44$ 14, 15

Speech de M. Carl Pihl au Canada, lors de l'ouverture du chemin de fer Toronto, Grey et Bruce, à propos des avantages de la voie étroite 15, 16

Erreur commise par M. Seymour lorsqu'il fait entrer le prix des ateliers, stations, etc., dans le coût de l'assiette de la voie, jusqu'à la couronne 17

Argument présenté par M. Seymour contre le 2e et le 3e point avancés par général Buell, au sujet de l'économie dans l'établissement de la ligne et de son matériel roulant 17

Démonstration de la fausseté du raisonnement précédent, et citation de résultats de prix d'établissement de la superstructure de plusieurs lignes qui prouvent que l'estimation du général Buell est correcte..... 17—19

Où l'on montre l'erreur de ceux qui réclament ordinairement en faveur de l'établissement de lignes à légère voie large, desservies par deux locomotives attelées dos à dos, et qui ne veulent pas admettre une solide voie étroite desservie par des machines Fairlie 21, 22

Tableaux donnant les estimations de M. Fowler pour deux lignes de construction pareille, l'une avec la voie de $1^m.68$, l'autre avec celle de $1^m.06$, entre Kotrée et Moultan, dans l'Inde..... 23—25

Dépenses dues au transbordement des marchandises 26, 59, 60, 112, 113

Progrès de la voie étroite en Amérique 27, 28

Le poids des rails régi par la pression exercée par les roues des locomotives 28

Grands avantages que l'on retirerait de l'emploi de la machine-Fairlie, pour desservir l'énorme trafic de charbon se faisant vers Londres..... 29

Démonstration de ce fait, que les locomotives, à poids égal, sont plus puissantes sur la voie étroite que sur la voie large..... 30

La largeur de la voie limite la puissance des locomotives ordinaires, tandis que rien de semblable n'a lieu pour la locomotive-Fairlie 31, 32

M. Seymour montre ce qui d'après lui constitue la seule différence

PAGES.

de prix d'établissement du matériel roulant, pouvant exister entre la voie large et la voie étroite 32

Preuve de l'inexactitude de cette assertion 32, 33

Poids utile et poids mort des trains de marchandises en Amérique. 34

Inexactitude de cette allégation, qu'avec la voie étroite la longueur des trains est forcément augmentée 34

Poids utile et poids mort des trains de voyageurs, de marchandises et de charbon, dans le Royaume Uni 34

Poids utile et poids mort des trains de voyageurs, de marchandises et de charbon, en France 35

Rapport de la largeur du véhicule à la largeur de la voie, et de la base des roues des divers véhicules pour chaque largeur de voie, en supposant d'égales conditions de sécurité, de part et d'autre 36, 44

Lettre de M. J. Slater, de la "Gloucester Wagon Company," montrant une économie de 5 pour cent dans le prix de l'entretien du matériel roulant de la voie de 1m.50, comparativement à celle du matériel roulant de la voie de 2m.13, en supposant des véhicules d'égale capacité ; ce qui montre aussi que la puissance de la voie la plus étroite est égale à la capacité de la voie plus large 40, 41

Vitesse maximum permise avec sécurité sur la voie étroite 41, 42

Réfutation de l'allégation de M. Seymour estimant que le prix d'une locomotive n'est pas plus élevé pour la voie large que pour la voie étroite, à puissance égale 42

Dernier avantage mis en avant par le général Buell, portant sur l'économie réalisée sur le poids mort par les chemins à voie étroite. Manque de sens pratique montré par la construction aux Indes et dans les colonies de lignes de 1m.68 de largeur, et par l'adoption sur de telles lignes d'un matériel n'ayant que la même largeur (ou capacité) que le matériel usité sur la voie de 1m.44.—Quel motif justifie l'augmentation de largeur donnée à la voie ? 43

Démonstration, au moyen d'exemples tirés de la pratique, de l'économie réalisée rien que sur le poids mort par les lignes à voie étroite, comparativement aux lignes à voie ordinaire.. 44—51

Résultats statistiques de la pratique sur les chemins de fer français en 1868 51

Calcul, basé sur les résultats de la pratique française, de la réduction de poids mort que l'on obtiendrait en transportant

PAGES.

127,598 tonnes sur la voie étroite, et de l'économie de 19 millions que l'on réaliserait en un an sur les six grandes lignes françaises 51, 52

Suite des observations de M. Seymour en faveur de la voie large 52—57

Avantages reclamés par M. Seymour en faveur de l'adoption du matériel convenable pour la voie étroite sur la voie large, et réfutation faite par lui-même (sans s'en douter) de son propre raisonnement 57

M. Seymour devient l'avocat du transbordement des marchandises. Démonstration faite par le général McCallum de l'avantage que l'on peut trouver dans certains cas à avoir des voies de largeur différente 57, 58

Prix du transbordement de la marchandise sur différents chemins de fer 59, 60

Comparaison de la résistance au frottement de roues de différents diamètres et sur différentes largeurs de voie.—Résultats des expériences de MM. Vuillemin, Guébhard et Dieudonné, et de M. Wood ..... 60—63

Enoncé des 3e, 4e et 5e avantages que M. Seymour trouve à faire circuler sur les lignes ordinaires un matériel pareil à celui des lignes à voie étroite 64

Résumé des motifs pour lesquels les avantages énoncés ci-dessus sont erronés 64, 65

Angles de stabilité.—Matériel américain et norwégien..... 66

Influences des courbes sur les trains, pour diverses largeurs de voies ..... 68—71

Comparaison faite par M. Seymour, au moyen d'un charretier intelligent, montrant ce qu'il voudrait réellement voir faire si le trafic persistait à rester comme il est 74, 75

Rapport du général McCallum sur le travail fait par les locomotives sur le chemin de fer de New-York et Erie..... 78

Rapport de M. H. S. Goodwin sur le travail fait par les locomotives du chemin de fer de la vallée de Lehigh..... 79

Raisons données par M. Seymour pour recommander l'adoption d'une largeur de voie de 1m.52 pour le chemin de fer Union-Pacific, et de 1m.44 pour le chemin Texas-Pacific.. 81—83

PAGES.

Description du chemin de fer du Festiniog, de son matériel roulant, et des résultats de son exploitation ..... 84—102
Rapport de M. von Nördling et du baron von Weber sur l'expérience faite par le réseau central de la Compagnie d'Orléans 103—106
La construction d'un chemin de fer à voie étroite est justifiée quand sa longueur dépasse 3 milles (5 kilom.)..... 107
Données statistiques relatives à trois chemins de fer à voie étroite 109
Rapport de M. D. P. Sullivan au ministre des travaux publics d'Autriche, sur le système Fairlie..... 109, 110
Rapport de M. von Nördling au ministre des travaux publics d'Autriche, sur le système Fairlie..... 110, 111
Rapport de M. Biglia (du département des travaux publics d'Italie) sur les chemins de fer à voie étroite 112
Photographies de véhicules du type Fairlie pour voie de 1m.06, construits pour le chemin de fer de Dunedin et Port-Chalmers, Nouvelle-Zélande, en regard de la page 114
Résumé des avantages que présentent les lignes à voies d'un mètre et 1m.06 de largeur..... 116
Photographies de véhicules du type Fairlie pour voie de 1m.06, construits pour le chemin de fer de Dunedin et Port-Chalmers, Nouvelle-Zélande, en regard de la page 116
Résumé des avantages offerts par la machine Fairlie 118
Photographie de machines-Fairlie construites pour le chemin de fer mexicain, voie de 1m.44, en regard de la page 118
Photographie de machine-Fairlie construite pour le chemin de fer de Dunedin et Port-Chalmers (voie de 1m.06), Nouvelle-Zélande, en regard de la page 118
Photographie de machines-Fairlie construites pour le chemin de fer du " Patillos " au Pérou, (voie de 0m.76) en regard de la page 120
Photographie de machines-Fairlie construites pour le chemin de fer de la "Grande Compagnie russe" (voie de 1m.52), en regard de la page 120
Rapport sur le chemin de fer de Denver et Rio-Grande par M. S. Bowles 123
Réponse au rapport de M. Ramsbottom combattant le principe de la machine-Fairlie (avec figures) 135
Diagrammes de poids utiles et de poids morts 145

AVANT-PROPOS.

La rapidité avec laquelle la construction des chemins de fer d'une largeur moindre que celle de 4 pieds 8½ pouces (1m.44) se développe dans les Etats-Unis et d'autres parties du monde, est l'objet d'une grande appréhension pour beaucoup d'ingénieurs ; leur imagination voit dans cet abandon de la pratique dans laquelle ils ont été élevés, l'établissement d'un système qui rendra relativement moins de services, qui occasionnera des pertes directes et indirectes ; dans leur pensée les progrès de la civilisation et le développement de la richesse, jusqu'ici si puissamment aidés par la construction des chemins de fer, seront retardés, sinon arrêtés, là où des lignes à voie étroite remplaceront les lignes à voies plus larges. En un mot, ces ingénieurs maintiennent que, parce qu'une largeur de 1m.44 a jusqu'ici été adoptée comme type, il s'ensuit forcément qu'une réduction de cette largeur ne peut donner qu'un résultat diminué en proportion du rapprochement des rails, pendant que les frais de construction ne sont presque pas modifiés, et que les charges d'exploitation et d'entretien restent les mêmes. Dernièrement, M. Hawksley, dans une séance de l'Institution des Ingénieurs civils, fit remarquer

qu'une nouvelle largeur de voie d'absurdes dimensions (un mètre) avait été adoptée dans l'Inde sur l'avis d'un individu fantaisiste et peu connu, pour faire subir au pays tous les désagréments des ruptures de charges dues au changement de la largeur de la voie, et tous les inconvénients d'un système de chemin de fer mal approprié, alors qu'il existait déjà un réseau d'un type parfait, qui, après son achèvement, répondrait à tous les besoins.

Malheureusement pour l'Inde, ses chemins de fer ont été établis avec trop de luxe, et la longueur relativement restreinte qui est aujourd'hui livrée à l'exploitation, a été construite dans des conditions de dépenses exorbitantes, sans nul rapport avec le très-faible trafic que ces lignes desservent.

Cette remarque s'applique aussi à l'Australie, où les partisans de la voie large font tout leur possible pour étendre le système ruineux qui déjà grève lourdement le pays.

Mais, en Angleterre, l'opinion dominante en défaveur de l'introduction de la voie étroite et de tout ce qui s'y rattache, n'est pas encore autant exprimée qu'elle est tacitement admise ; l'argumentation s'efface devant l'action, puissante à arrêter les véritables progrès des chemins de fer, et des motifs particuliers se montrent trop souvent dans les moyens employés pour parvenir au but.

Au contraire, dans les Etats-Unis, le cas est bien différent ; l'opinion pénètre librement parmi les membres de la profession, et c'est avec la plus grande attention, et beaucoup de savoir, que les mérites des deux faces de la question ont été partout discutés ; pendant ce temps, des milliers de milles de lignes à voies étroites ont été commencés, et, une fois achevés, les résultats de leur exploitation trancheront pratiquement et parfaitement cette question si controversée. Le monde aura à payer une dette de reconnaissance envers cette grande énergie, (il y a à peine deux ans depuis que j'eus le plaisir d'être consulté sur les détails du premier grand chemin de fer à voie étroite, par les directeurs de l'entreprise), et le grand problème du progrès des chemins de fer aura été résolu nombre d'années plus tôt que s'il eût été laissé entre les mains des ingénieurs de ce pays,* qui sont plus prévenus et moins vrais amis du progrès.

Intéressé, comme je le suis, dans la question des chemins de fer à voie étroite (car j'ai depuis longtemps consacré tous mes efforts, et avec succès, à prouver les grands et nombreux avantages que l'on retirerait de leur adoption), je saisis avec plaisir l'opportunité qui m'est offerte par la publication récente d'un document dû

* L'Angleterre.

à l'honorable Silas Seymour, de New-York, traitant la question des chemins de fer à voie étroite, à l'occasion d'un rapport préparé par le général G. P. Buell, ingénieur en chef du chemin de fer du Texas-Pacific, pour recommander l'adoption d'une largeur de 3 pieds 6 pouces (1m.06). Le rapport fut soumis par Marshal O. Roberts, Esq., président de ce chemin de fer, à M. Seymour pour qu'il donnât son opinion, vu que le comité de direction ne se sentait pas couvert en prenant sur lui-même, sans avis préalable, la responsabilité de l'adoption d'une voie étroite sur une ligne principale de 1,500 milles de développement (2,400 kilomètres).

Dans sa réponse M. Seymour a pris beaucoup de peine pour prouver la fausseté des arguments émis en faveur de la voie étroite ; et, toutefois, il paraît désireux de traiter le sujet avec la plus grande justice ; mais malheureusement il n'a pas pris la peine de se mettre au courant de l'expérience acquise, et il traite toute la question théoriquement. S'il eût fait usage des renseignements qu'il avait à portée de sa main, il est probable que son pamphlet n'eût jamais été écrit ; tout au moins l'aurait-il profondément modifié, et il eût été à même de traiter les points vitaux de la question, qu'il n'a point abordés. Mais, comme sa " Revue " exprime les opinions des antagonistes de la voie

étroite, j'ai pensé qu'il serait convenable d'analyser, paragraphe par paragraphe, l'ensemble des arguments de M. Seymour, et, pour éviter tout malentendu, je les ai cités dans leur ordre propre, et j'ai fait suivre chacun d'eux de mes commentaires.

Ces quelques préliminaires étant établis, je mets ma réponse à la "Revue" de M. Seymour entre les mains du public, qui jugera la question, et je le prie de méditer et de se souvenir de la phrase suivante que j'ai empruntée à l'appendice du pamphlet précité, tant elle est vraie et juste, et s'applique bien à propos au sujet en discussion : "La question qu'il s'agit de résoudre lorsqu'on veut déterminer la largeur de voie convenable pour un chemin de fer projeté, n'est pas de savoir si une largeur de 6 pieds (1^{m}.83) possède une plus grande capacité de trafic qu'une largeur de voie de 4 pieds 8½ pouces (1^{m}.44), mais bien plutôt de connaitre *quelle est la largeur de voie la plus propre à admettre un système de construction de machine susceptible de surmonter avec le plus de profit les difficultés de la ligne, et de répondre à la nature et à l'extension du trafic présent et futur.*"

ROBERT F. FAIRLIE,

9, *Victoria Chambers, Victoria Street, Westminster, Londres, S. W., avril* 1872.

LA VÉRITABLE PRATIQUE
DES
CHEMINS DE FER À VOIE ÉTROITE.

N'ayant pas en ma possession le rapport du général Buell, que je regrette de n'avoir point lu, je ne peux mieux faire que de citer le résumé que M. Seymour en a fait, lequel contient les principaux avantages attribués à un chemin de fer à voie étroite. " J'ai lu" (dans les paragraphes de 1 à 6), dit-il, " le rapport de votre ingénieur en chef, le général G. P. Buell, dans lequel il vous recommande l'adoption d'une voie d'une largeur de $1^{m}.06$ (3 pieds 6 pouces), de préférence à celle de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^{m}.44$), ou même l'adoption d'une largeur de 3 pieds ($0^{m}.91$) pour le chemin de fer du Texas-Pacific, s'étendant de la vallée du Mississipi à l'Océan Pacifique, sur une distance de 1,500 milles (2,400 kilomètres).

" La confiance et l'ardeur avec lesquelles l'ingénieur en chef présente ses vues et appelle sérieusement votre attention sur ce sujet important, montrent indubitablement qu'il est sincèrement convaincu et de bonne foi, et elles doivent motiver de votre part une prise en sérieuse et impartiale considération.

" M. Buell admet dans son rapport que votre chemin de fer sera nécessairement en concurrence avec deux autres grandes voies principales, s'étendant jusqu'à l'Océan Pacifique ; de plus il affirme qu'il a l'avantage sur l'autre route sous le rapport du climat, de la distance et de la facilité de construction. Il maintient aussi que toute la discussion roule sur trois points : vitesse

(c'est-à-dire temps), puissance de trafic et économie ; et, suivant lui, ces trois points sont obtenus par l'adoption d'une voie plus étroite de 1 pied $2\frac{1}{2}$ pouces ($0^m.38$) que la voie des deux autres grandes lignes rivales, qui est en outre la voie généralement employée avec succès, dans tout le monde civilisé, pendant le demi-siècle qui vient de s'écouler.

" Les cinq raisons suivantes sont données pour recommander la largeur de 3 pieds 6 pouces ($1^m.06$) de préférence à celle de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^m.44$).

" 1. Dans la construction de l'assiette du chemin, la différence sera de 30 pour cent en faveur de la voie étroite.

" 2. Dans la construction de la superstructure la différence sera de 45 pour cent en faveur de la voie étroite.

" 3. On peut, avec une bonne construction de matériel roulant, atteindre des vitesses de 35 à 45 milles à l'heure (56 à 72 kilomètres) avec parfaite sécurité.

" 4. Dans la construction du matériel roulant la différence sera de 50 à 55 pour cent en faveur de la voie étroite.

" 5. Considérant un train composé de wagons à marchandises et de voitures à voyageurs, on aura, sur une voie de 3 pieds 6 pouces ($1^m.06$) de large, entre le poids mort et le poids total du train, un rapport d'environ $\frac{47}{100}$; tandis que pour un train semblable sur une ligne à voie large, le même rapport sera d'environ $\frac{75}{100}$."

Ayant ainsi résumé le rapport, M. Seymour poursuit ainsi :

> *Paragraphe 7 de la " Revue " de M. Seymour.* — " Je ne puis être d'accord avec votre ingénieur en chef, ni pour les données premières ni pour la conclusion. Je lui donnerais pourtant gain de cause, si, seulement en supposant les diverses conditions égales de part et d'autre, une quelconque de ses propositions était prouvée vraie."

Dans ce paragraphe M. Seymour montre qu'il est *sincère dans ses convictions*, et il fait preuve de son vif désir de traiter le sujet sans idées préconçues, et de chercher à le voir sous son vrai

jour. De plus, il montre combien il a à cœur l'intérêt des chemins de fer, quand il dit que le général Buell aura gagné sa cause s'il peut démontrer l'une ou l'autre de ses assertions en faveur de la voie étroite. Ceci est certainement le véritable esprit que doit avoir un juste adversaire, et j'espère que le moment arrivera prochainement où M. Seymour deviendra un chaud partisan d'un système qu'il reconnaît être celui qui convient, pourvu qu'il satisfasse aux trois conditions voulues : *sûreté*, *efficacité* et *économie*.

> *Paragraphes* 8 *à* 10.—" La grande difficulté, cependant, est d'obtenir une preuve satisfaisante. Prenons, par exemple, la construction de l'assiette de la voie : je voudrais voir deux lignes parallèles, d'égale longueur, et tracées précisément sur un terrain semblable, construites, l'une pour la voie large, l'autre pour la voie étroite, avec d'égales conditions de banquettes pour la circulation à pied, d'aménagement pour l'écoulement de l'eau, talus, etc., et alors la différence de prix pourrait être correctement évaluée. Mais dans l'absence d'une telle expérience, je ne puis admettre que l'on puisse considérer comme exact l'avantage annoncé sur ce chapitre, en faveur de la voie étroite.
>
> " Mais comme cette expérience n'a été jamais et ne sera jamais faite, très-probablement, il reste seulement à montrer par voie *indirecte* ou *négative* que la proposition avancée ne peut être vraie.
>
> " Si je comprends bien la proposition (qui est posée assez ingénieusement), si l'assiette de la voie étroite coûte 10,000 dollars par mille, celle de la voie large coûtera 13,000 dollars, la différence étant de $\frac{3}{13}$ ou environ 23 pour cent."

Pour rendre justice à M. Seymour, je regretterais de supposer un seul instant qu'il désire faire prendre autrement qu'au figuré son assertion dans le 8e paragraphe ; il ne peut sérieusement désirer faire croire qu'il lui serait nécessaire de voir deux chemins de fer de largeur de voie différente, construits sur le même terrain, avant de pouvoir se prononcer sur la différence des dépenses de chacun. Un ingénieur de sa capacité doit être habitué à faire

des évaluations et peut facilement s'assurer par lui-même de la différence de prix. Que penserait-on d'un ingénieur à qui l'on s'adresserait pour avoir un avis sur les dépenses relatives de divers projets de ponts destinés à franchir une largeur donnée, et qui voudrait auparavant voir les plans exécutés avant d'admettre qu'une différence de prix puisse exister entre eux? C'est le métier de l'ingénieur de faire des évaluations scrupuleuses, et elles peuvent être dressées exactement. Donc, supposer que M. Seymour voulût faire admettre la signification littérale de ce paragraphe, ce serait admettre qu'il est dépourvu des connaissances élémentaires de sa profession, et alors continuer la discussion serait temps perdu.

D'après son dire, " une telle expérience ne fut jamais faite et ne le sera probablement jamais ;" il nous reste alors à démontrer par démonstration *directe* et *positive* que son assertion sur ce point n'est pas fondée.

Il est surprenant que M. Seymour ait seulement mentionné les conclusions du général Buell sans donner aussi quelques-uns des détails qui ont servi à les trouver. Cependant, comme cette omission a été faite dans la " Revue," je m'efforcerai de contrôler les résultats énoncés par le général, au moyen de l'expérience déjà acquise dans le domaine de la pratique, et au moyen des opinions de quelques-uns de nos principaux ingénieurs, basées sur cette même expérience.

Tout d'abord, à propos de la réduction des dépenses de l'assiette de la voie étroite, réduction évaluée à 23 pour cent par le général Buell, M. Seymour dit :

> *Paragraphes* 11, 12, 13. — " Je ne puis probablement mieux faire ressortir les erreurs qu'en supposant l'achèvement complet d'un mille (1,600 mètres) d'une composition moyenne en terrassements, maçonnerie, etc., et prêt à recevoir la superstructure d'une ligne à large voie ; puis alors nous supposerons qu'une tranche longitudinale, s'étendant sur toute la longueur de la ligne, et d'une largeur de 1 pied 2½ pouces (0m.38), soit enlevée du centre, et que les

côtés soient enfin rapprochés de manière à supprimer tout espace vide. Nous aurions alors une assiette convenable pour la voie étroite, et la question à déterminer est d'établir le rapport qui existe entre cette section ainsi retranchée et l'assiette totale établie en vue de la voie étroite.

"Les talus latéraux des déblais ou des remblais, qui contiennent souvent plus de matériaux que le prisme, resteraient les mêmes, de même que les fossés latéraux, les bermes, les murs en ailes, les murs de soutènement, la maçonnerie pour les têtes d'aqueducs ou ponts. Si l'on a des ponts en treillis, la maçonnerie entière et la superstructure seront les mêmes pour les deux voies, par la raison que la largeur des ponts requise pour le passage des voitures de la voie large est reconnue nécessaire afin de recevoir les consolidations latérales convenables pour assurer la rigidité du pont et son parfait établissement.

"L'assiette de la voie large a généralement 14 pieds de largeur en couronne ($4^{m}.27$), mais, dans ma pensée, 12 pieds ($3^{m}.66$) en bon matériaux sont suffisants. En supprimant la section longitudinale dont il a été parlé, il resterait 10 pieds 9½ pouces ($3^{m}.30$) pour le lit de la voie étroite : réduisons cette largeur à 10 pieds ($3^{m}.05$) qui, je présume, suffiraient également, et l'économie réalisée correspondrait à l'enlèvement d'un prisme du sixième de l'épaisseur totale seulement, soit environ 16 pour cent. Si nous ajoutons à cette assiette réduite le prix des autres éléments, qui restent les mêmes dans les deux cas, et si nous considérons que les ateliers, stations, quais, sont les mêmes, l'économie réalisée, rapportée au prix total, deviendrait très-petite, comparativement à ce qu'annonçait votre ingénieur, et par suite la première raison en faveur de l'adoption de la voie étroite perd presque toute sa force."

Le 11ᵉ paragraphe, le premier où M. Seymour s'approche de la discussion, montre clairement comment il n'a pas réussi à saisir la théorie de la voie étroite. Il considère la question sous un point de vue commun à tous ceux qui étudient le sujet pour la première fois, ou qui regardent la voie étroite comme suffisante pour le moment, et non comme remplaçant efficacement la voie large. Il pense qu'un chemin de fer d'une largeur de 3 pieds 6 pouces ($1^{m}.06$), comparé avec un autre de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^{m}.44$), perd de sa capacité de trafic, en

raison inverse de la diminution de la distance entre les rails, pendant que la dépense n'est pas sensiblement changée. Comme conséquence naturelle d'une connaissance très-imparfaite du sujet, il perd de vue qu'un des grands avantages de la voie étroite est son économie dans l'exploitation, et considère comme plus importante l'économie dans la construction. Quoique cette économie en construction soit très-importante en tous cas, et soit aujourd'hui souvent une question de vie ou de mort, (car il y a des centaines de milles de pays attendant un instrument de développement, mais manquant des ressources pour construire et exploiter des chemins à larges voies), quel que soit le chiffre élevé de cette économie de dépense première, c'est plutôt un avantage secondaire qu'une considération fondamentale. L'expérience des ingénieurs de chemins de fer pendant le dernier "demi-siècle" a donné au monde un système de chemins de fer pour la plupart de la largeur de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^{m}.44$) et construits avec de certaines dimensions, de certaines rampes, des ponts, des viaducs, des tunnels, tous proportionnés à la largeur de la voie: ces lignes sont construites pour un matériel roulant qui doit être fait d'un poids exagéré à cause des chargements lourds qu'ils sont quelquefois, mais trop partiellement, appelés à transporter pour répondre aux exigences du trafic. La saine pratique montre que la variété du chargement entraîne, sur les lignes à grand trafic, une dépense exagérée dans les moyens de traction, due à la grande disproportion existant nécessairement entre la capacité totale des véhicules et les chargements moyens qu'ils reçoivent. Cet état de choses, inséparable des chemins de fer de la largeur de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^{m}.44$) et au-dessus, occasionne toutes les augmentations de dépenses, non seulement de la construction, mais encore du matériel roulant, de l'entretien, de la puissance requise pour la traction, et du renouvellement de la voie. Je me réserve, plus loin, de prendre la question du matériel roulant, à présent j'en fais mention incidemment pour montrer que

l'erreur principale dans laquelle on tombe, en voulant étendre encore la construction typique des chemins de fer, c'est-à-dire la grandeur excessive des voitures, découle nécessairement de la largeur de la voie qu'elles sont appelées à parcourir.

De ce que plusieurs chemins de fer construits à voie de $1^{m}.44$, sont profitables dans leur exploitation, ce n'est pas une preuve que les mêmes lignes, construites sur les vrais principes d'économie n'auraient pas été plus profitables ; pas plus que l'expérience "d'un demi-siècle" n'a montré qu'il n'y avait plus rien à désirer dans l'établissement des chemins de fer. En vérité, cette expérience a conduit quelques-uns, et conduira tous bientôt, à la conviction qu'une réforme complète des chemins de fer est nécessaire, (celle de la voie étroite), et si nous examinons le sujet de près, nous verrons que l'abandon de l'ancienne voie démesurément large de notre Great Western, est un pas vers la véritable économie, et que nous progressons encore lorsque, laissant derrière nous la voie empirique de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^{m}.44$), nous atteignons un point où nous réalisons l'union du maximum des avantages d'exploitation au minimum de la dépense.

Même en considérant la voie étroite ainsi que le désire M. Seymour, comme une voie large sur une échelle réduite, son raisonnement du paragraphe 11e est erroné, car, d'après son hypothèse, il suffit de couper un prisme large de 1 pied $2\frac{1}{2}$ pouces ($0^{m}.38$) dans le milieu de la chaussée ordinaire, et il oublie que la voie étroite permet de réduire d'une façon notable la hauteur des remblais ou la profondeur des tranchées, et il ne fait aucune réduction pour les francs-bords. Je conviens que s'il prend les mêmes inclinaisons de rampes, et seulement une réduction de 2 pieds ($0^{m}.60$) dans la largeur, l'économie ne sera que de 16 pour cent du prisme, mais cette manière de raisonner est fausse. *Un mille moyen de ligne à voie étroite convenablement tracée, n'est pas assimilable à un mille moyen* de ligne ordinaire dont on aurait enlevé une tranche au centre.

Un bon emploi de la voie étroite permet de suivre beaucoup mieux les ondulations du sol que si l'on emploie la voie large, et je parle de la pratique des chemins de fer selon l'expérience du "dernier demi-siècle." On a ainsi des remblais plus bas, et des tranchées moins profondes, permettant des talus d'une inclinaison plus prononcée. Ce système comporte une grande réduction de largeur de remblai et ballast, parce que les poids transportés étant moindres, demandent moins de surface pour les supporter. La facilité qu'il possède d'employer des courbes de petit rayon causera, dans un pays difficile, une réduction de dépense des grands travaux ; on évitera les tunnels pour la majeure partie, et, s'ils sont absolument nécessaires, il y aura moins de travail dans leur construction. Il en sera de même avec les ponts et viaducs, et tous les travaux qui se rattachent à ce chapitre, sur lesquels une économie de 23 pour cent est annoncée par le général Buell. M. Seymour a espéré prouver qu'on pouvait diminuer les frais de construction, assez pour que le prix de la voie large n'excédât que de très-peu celui de la voie étroite, mais on verra qu'il ne peut arriver à ce but qu'en acceptant un chemin établi dans des conditions défectueuses, qui coûtera plus en entretien qu'il n'aura été fait d'économie en construction, et qui, par dessus le marché, sera insuffisant, tandis que, de l'autre coté, la ligne plus économique à voie étroite réussira mieux à desservir le trafic avec plus de profit que n'aurait pu le faire la meilleure ligne à grande largeur de voie.

Vu l'absence des données que le général Buell emploie comme base de ses conclusions quant à la dépense, je ne puis critiquer ses évaluations des travaux du chemin de fer du Texas-Pacific ; mais si je le pouvais, j'ose croire que je trouverais qu'il a suffisamment estimé les dépenses. Il suffira donc de prouver que "sa différence de 30 pour cent en faveur de la voie étroite" ou, d'après M. Seymour, de 23 pour cent sur le prix de la voie large, pour les travaux de l'infrastructure,

n'est pas excessive, et est très-analogue à celle que donne l'expérience acquise dans la construction des chemins à voie étroite, et dont M. Seymour est malheureusement ignorant.

Comme exemple le plus récent et le plus important d'heureuse construction de voie étroite, je puis mentionner le système norwégien introduit depuis 1861 par M. Carl Pihl, à présent étendu aussi rapidement que le permettent les ressources du pays. Les premiers chemins de fer norwégiens furent construits par M. R. Stephenson, en 1854, avec la largeur de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^{m}.44$), et à raison de 11,000 livres sterling le mille (172,000 fr. le kilom.). Il était clair que le trafic futur ne rémunérerait jamais cette dépense, et la Norwége était dans la position de plusieurs pays de nos jours,—elle avait à choisir entre l'adoption des chemins de fer peu dispendieux, ou l'absence des chemins de fer.

Naturellement elle choisit la première alternative, et son habile ingénieur du gouvernement, M. Charles Pihl, se consacra à la construction des lignes les moins dispendieuses possible sur la largeur ordinaire ; il y réussit au point de réduire la dépense à 6,350 livres sterling par mille (100,000 fr. le kilom.), y compris matériel roulant et stations, mais non compris les *ateliers*. Ceci était un grand progrès, mais cependant la même alternative se représentant et embarrassant toujours le gouvernement, cette fois M. Pihl résolut d'adopter une réforme radicale qui a rendu possible l'extension des chemins de fer dans le pauvre pays dont il est l'habile ingénieur. Il résolut d'adopter la même dimension que le général Buell avait recommandée à ses directeurs, et réussit à abaisser la dépense par mille jusqu'à 3,142 livres * pour une ligne, pour une autre 5,300 livres†, et pour une troisième 4,600 livres, ‡ y compris matériel roulant, stations et ateliers. Cette ligne s'étend à travers un pays très-difficile, où l'on a trouvé beaucoup de rochers à couper, de tunnels a faire et de ponts à ériger, parmi lesquels des viaducs

* 49,000 fr. par kilom. † 83,000 fr. par kilom. ‡ 72,000 fr. par kilom.

de 70 pieds (21^{m}) de haut et d'une grande longueur. On doit se rappeler que cette réduction de dépense fut effectuée sans l'adoption de courbes de très-petit rayon, car bien que "la grande facilité de parcourir les courbes de petit rayon soit décidément un grand avantage que fait gagner l'emploi de la voie étroite," (je cite M. Pihl) on ne se servit pas de cet avantage dans les premières lignes norwégiennes ; je crois toutefois que quelques-unes des dernières ont été construites avec des courbes d'un très-petit rayon. Je ne doute pas que M. Seymour puisse répondre à ces chiffres comparatifs que la nature du terrain peut avoir été plus favorable pour la voie étroite, mais nous avons l'assertion contradictoire de M. Pihl. Je puis citer avec profit les résultats présentés par M. Pihl comme comparaison entre les dépenses de l'un ou de l'autre système. Il trouve que la différence moyenne de profondeur de tranchée, ou de hauteur de remblai, sur la voie de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces (1^{m}.44) comparée avec celle de 3 pieds 6 pouces, est comme 13 à 10, et prenant l'exemple d'un remblai de 50 pieds (19 mètres) de hauteur avec des talus inclinés de 1 sur 1, il trouve que les proportions de terrassements dans les deux systèmes sont comme 7 est à 4, et non comme 32 à 31, comme M. Seymour le voudrait dans un cas semblable. Mais le général Buell admet sans doute une plus grande inclinaison de talus que 1 sur 1, et, dans ce cas, la différence serait moindre que dans le cas précédent. Probablement, par respect pour la pratique des chemins de fer types, M. Pihl a adopté pour sa largeur en couronne, 12 pieds 6 pouces (3^{m}.81), dimension que l'expérience à montrée excessive. M. Seymour considérait que 10 pieds (3^{m}.05) pouvaient suffire, mais je préfère adopter la largeur plus rationnelle de 3 fois la voie, ou 10 pieds 6 pouces (3^{m}.20) qui fut recommandée par M. John Fowler dans son rapport au gouvernement de l'Inde. Ce que je ne puis à aucun prix admettre, c'est l'affirmation de M. Seymour que 12 pieds (3^{m}.66), seraient suffisants pour la largeur supérieure

d'une voie de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^m.44$). Bien entendu, il n'est pas impossible de construire sa ligne sur cette largeur, mais il arriverait que la dépense d'entretien contre-balancerait et au delà l'économie de la dépense première, et comme je suppose que l'objet en vue est la construction d'une bonne ligne, je ne puis me résoudre à conseiller une largeur moindre que celle de 14 pieds ($4^m.27$); je suis certain que nul ingénieur expérimenté ne différera d'opinion avec moi sur ce point. Nous avons donc à comparer une largeur de 14 pieds ($4^m.27$) avec une de 10 pieds 6 pouces ($3^m.20$), ainsi qu'une hauteur moyenne de terrassements de 13 pieds ($3^m.97$) en opposition à une de 10 pieds ($3^m.05$) si nous prenons les conditions norwégiennes comme point de départ. En admettant des talus de $1\frac{1}{2}$ sur 1, les sections d'un pareil remblai seront 435 pieds ($39^m.9$) et 255 pieds ($23^m.9$) carrés chacune, tandis que celle de M. Seymour avec une largeur de 12 pieds ($3^m.66$), contiendrait 409 pieds ($37^m.9$) carrés. L'aire du talus de la voie de 3 pieds 6 pouces ($1^m.06$), serait seulement 58.6 pour cent comparée à la voie de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^m.44$) ou 62 pour cent comparée avec le remblai de M. Seymour; ce dernier contiendrait 94 pour cent d'un remblai convenable pour la voie large. Si nous supposons que les travaux sur la ligne n'atteignent pas une hauteur aussi grande que celle que nous avons mentionnée, et qu'ils soient seulement de 4 pieds ($1^m.22$) en moyenne pour la large voie, et 3 pieds ($0^m.91$) sur la voie étroite, nous trouverons encore que la différence est de 44 pour cent en faveur de cette dernière. Les remarques précédentes s'appliquent aussi dans le cas des tranchées, et dans une mesure aussi grande; la voie étroite permettant d'obtenir un rapprochement plus grand du sol, l'espace réservé pour les fossés latéraux peut ne pas être aussi grand. Dans les percées en rocher et dans les tunnels, l'avantage est moindre parce que la largeur en couronne des larges voies peut être réduite considérablement pour de tels travaux.

La réduction dans la hauteur des remblais et tranchées serait accompagnée d'économies proportionnelles dans les maçonneries pour les aqueducs, et une réduction serait aussi réalisée dans les ponts. L'étendue de l'économie sur ce point dépend de la nature du pays traversé par la ligne : il est certain que la hauteur des ponts et viaducs serait considérablement diminuée par une raison pareille à celle que nous avons trouvée pour les terrassements, et la petite largeur de voie affecterait aussi le poids du tablier, 25 pour cent étant enlevés sur la largeur de la superstructure. Les poutres principales peuvent être faites plus légères, et elles pourraient être encore diminuées en poids, parce que la charge totale par pied (par mètre linéaire) diminuerait avec la réduction de la voie. L'idée de M. Seymour, qu'on ne peut réduire la largeur, de crainte de porter atteinte à la rigidité latérale, n'est pas correcte, excepté dans les cas où il faudrait recourir à de très-longues portées. S'il en était ainsi, les viaducs légers et étroits de M. Pihl, qui ont 70 pieds (21^m) de hauteur, auraient dû tomber depuis longtemps ; mais ils existent encore, ce qui réfute l'argument de M. Seymour. Comme il est impossible d'arriver à une conclusion exacte sur la question des ponts sans données définies, je me contenterai de mentionner que M. John Fowler, en conseillant au gouvernement indien d'adopter une largeur de 3 pieds 6 pouces ($1^m.06$), évalua l'économie des dépenses de construction à 10 pour cent, comparativement aux ponts nécessaires pour une ligne de 5 pieds 6 pouces ($1^m.68$), et M. John Hawkshaw, quoique hostile à la voie étroite, fit entrevoir une plus grande économie. Les évaluations de ces deux ingénieurs ont été préparées avec grand soin, et ont été basées sur les données existantes d'un tracé défini. Les faits abondent sur ce point, et sur tout ce qui concerne l'économie obtenue par la construction de lignes à petite largeur. M. Ch. Douglas Fox, qui a acquis une grande expérience à ce sujet, dit : "La différence en prix entre les deux genres de voies consiste

surtout dans le chapitre des terrassements, ponts, aqueducs, ballast et traverses, et, dans le premier article, le plus important de tous, une grande partie de l'économie est due à la possibilité de l'emploi de courbes d'un plus petit rayon que sur la voie de plus grande largeur." Cette remarque s'appliquait au chemin de fer Toronto Grey et Bruce du Canada, construit par M. Fox avec la largeur de 3 pieds 6 pouces (1^{m}.06), et son expérience est intéressante, car elle confirme les résultats de celle de M. Pihl, et montre aussi que le général Buell a probablement raison quand il annonce une différence de 23 pour cent en faveur de la voie étroite. M. Fox dit aussi en parlant de la ligne Toronto Grey et Bruce : "Tandis qu'un chemin de 3 pieds 6 pouces (1^{m}.06) coûterait 15,000 dollars* par mille, une ligne de 5 pieds 6 pouces (1^{m}.68) assez forte pour supporter le matériel roulant des lignes principales, coûterait 23,000 dollars,† mais je crois qu'une ligne à voie large, d'une construction et pour un matériel semblable à la ligne proposée à voie étroite, pourrait être construite pour 20,000 dollars‡ le mille. L'exactitude de cette évaluation de dépenses comparatives est mise en évidence, d'abord, par les résultats des relevés faits par la compagnie, sur une portion considérable de la ligne, et d'après lesquels ont été basées les évaluations comparatives détaillées ; 2° par notre propre expérience et celle d'autres personnes, concernant le prix des lignes de différentes largeurs en Norwége, Suède, Inde, Amérique du Sud, et en Australie ; de plus le fait est bien confirmé par les évaluations données par MM. Reid et Shanly à propos d'un chemin à voie de 5 pieds 6 pouces de largeur (1^{m}.68), de Guelph à Mount Forest. Cette ligne située sur un terrain presque parfaitement de niveau et presque sans ponts, d'après notre propre inspection, est évaluée, sans matériel roulant, mais d'une "construction peu soignée" à 15,500 dollars par mille. Ajoutez à cela une somme pour le matériel

* Environ 50,000 fr. par kilom. † 76,000 fr. par kilom.
(‡) 66,000 fr. par kilom.

roulant, égale à celle qui a été adoptée pour la voie étroite, savoir 2,000 dollars par mille, et vous êtes seulement de 2,900 dollars au-dessous de mon chiffre de 20,000 dollars, qui pourvoirait à une différence importante dans les terrassements et dans la construction des ponts dans le cas de l'autre route, ainsi qu'à une construction solide, quoique légère, au lieu et place d'une peu soignée. De plus "je suis convaincu que, si les chemins de fer en question étaient construits selon ma recommandation, on trouverait qu'ils répondraient entièrement à tous les besoins du district, et que l'économie de construction réalisée, sans exclure l'emploi d'excellents matériaux, dépasserait tout ce qu'on pourrait jamais atteindre avec l'adoption d'une voie de grande largeur;" ces remarques faites par M. Ch. D. Fox en 1868 ont été pleinement corroborées par les résultats de l'expérience. Permettez-moi de comparer la ligne de Toronto Grey et Bruce de 3 pieds 6 pouces ($1^m.06$), qui coûte 13,000 dollars le mille*, sans matériel roulant, avec une ligne de 5 pieds 6 pouces ($1^m.68$), tracée suivant la même direction, et qui aurait coûté 21,000 dollars le mille. Supposons que le prix d'une ligne de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^m.44$), sur le même tracé, subisse une diminution proportionnelle à la largeur, une telle route aurait coûté 17,800 dollars, au lieu de 13,000, ce qui fait ressortir un avantage de 27 pour cent, la ligne terminée. Le ballast et la voie, entrant dans cet avantage pour une part plus grande que l'infrastructure, réduiraient l'économie à 25 pour cent, ce qui est supérieur à ce que le général Buell a avancé pour la voie du Texas-Pacific.

Un exemple plus récent, ayant trait directement à ce point d'économie, est fourni par les ingénieurs de la ligne de 3 pieds ($0^m.91$) de large, de Denver et Rio-Grande, partant de Denver, dans l'Etat de Colorado, pour arriver à la ville de Mexico, ligne qui est en voie rapide d'exécution. Excepté dans les

* 43,000 fr. par kilom.

districts montagneux, cette ligne sera établie en raison de 14,000 dollars par mille (fr. 48,000 par kilom.), y compris les stations, les constructions de machines et de voitures, ateliers et abris contre la neige ; par contre, la ligne Kansas-Pacific, de la largeur de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^m.44$), dont l'étude a été préparée par les mêmes ingénieurs et qui a été construite par les mêmes entrepreneurs, à travers une contrée tout-à-fait semblable, coûtera 22,000 dollars par mille, soit un avantage de 8,000 dollars, autrement dit de plus de 36 pour cent en faveur de la voie étroite.

A l'occasion de l'ouverture des chemins de fer légers du Canada, l'été dernier, M. Pihl fit une visite en Amérique, et dans le cours d'un discours durant la cérémonie, il dit : "J'ai été conduit à adopter cette largeur de 3 pieds 6 pouces ($1^m.06$) plutôt qu'une plus petite et plutôt que la dimension habituelle de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^m.44$) par le résultat de calculs sérieux qui m'ont persuadé que, sur une telle voie, on peut combiner un ensemble maximum de trafic, de commodité, de bonne exploitation et de sécurité, avec le minimum des dépenses de construction et d'entretien. D'un autre côté, si la largeur était réduite à 3 pieds ($0^m.91$) ou moins, on sacrifierait alors la stabilité, le confort et l'économie, tandis qu'avec la dimension de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^m.44$) ou une plus grande, les dépenses sont accrues de plusieurs côtés, sans une augmentation correspondante d'effet utile. On ne doit pas cependant supposer que l'économie dépende entièrement de la largeur, mais celle-ci doit être la base sur laquelle on peut proportionner les divers travaux et véhicules nécessaires au trafic requis. Ainsi, en combinant les dimensions de la locomotive de manière à obtenir, par exemple, une charge sur chaque roue motrice de 3 ou $3\frac{1}{2}$ tonnes, vous pouvez alors diminuer les dimensions des remblais, ponts et rails, et obtenir l'abaissement des dépenses de réparation de ces branches importantes. Je me suis souvent demandé ce que coûte un chemin de fer de 3 pieds 6 pouces ($1^m.06$), comparé à un chemin de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces

(1m.44). Il est difficile de faire une comparaison définitive, car chaque chemin de fer est différent. *Je crois cependant que généralement la voie étroite coûterait un tiers en moins.* Quant à l'exploitation, je puis donner des indications plus précises, en prenant pour exemple un train mixte de trois voitures à voyageurs, avec places pour 96 personnes, mais ne contenant que 60 personnes, et 14 wagons à marchandises sur une rampe de 1 sur 100. En Norwége, les voitures à voyageurs sur la voie étroite pèsent 4.1 tonnes, les wagons à marchandises 3.3, les locomotives 16 tonnes. Evaluant chaque voyageur à 140 livres (70 k.) et le poids de chargement à 70 tonnes, nous aurons en tout 148½ tonnes. Sur la voie large de 4 pieds 8½ pouces (1m.44), les trois voitures à voyageurs pèsent 6.4 tonnes chacune, les wagons 4.3 tonnes, et la machine 20 tonnes; ajoutant la même quantité de marchandises et de voyageurs, le total est 173¼ tonnes; il en ressort donc une économie de 18 pour cent de puissance de traction en faveur de la voie étroite. Si l'on faisait la comparaison avec les types actuels de voitures sur les chemins de fer de ce pays-ci, de 4 pieds 8½ pouces, le résultat serait encore bien plus favorable à la voie étroite."

Si cela en valait la peine, je pourrais citer l'expérience acquise à cet égard en Russie, en Suède, en Australie, dans l'Inde, la Nouvelle-Zélande et l'Amérique du Sud; mais je crois avoir parlé assez de ce sujet, et je vais l'abandonner en signalant en passant le comte Bobrinsky, dont l'énergie et le talent, habilement assistés par le professeur Saloff, ont introduit la réforme des chemins de fer en Russie; déjà la première ligne à voie étroite, celle de Livonie, a été construite avec une dépense de 40 pour cent inférieure à celle qu'aurait coûtée une ligne à voie large desservant le même parcours.

Je crois certes avoir établi par ce qui précède que si M. Seymour eût été au courant des faits les plus élémentaires concernant le sujet qu'il a discuté, sa "Revue" n'aurait jamais été écrite, ou aurait été du moins bien modifiée.

Je ne saisis pas bien comment M. Seymour peut comprendre le prix des ateliers, stations et quais dans les dépenses de *l'infrastructure* de la ligne. Ces articles sont indépendants du prix d'une ligne quelconque ; ils doivent alors être séparés. On peut dépenser des sommes excessives pour les travaux des stations d'une ligne de 3 pieds 6 pouces (1m.06) et de simples hangars pourraient être établis pour une ligne à voie large ; la différence de prix ainsi obtenue pourrait réduire de beaucoup l'économie pour cent. Il est donc évident que cet élément ne peut être introduit, si ce n'est avec cette restriction, qu'une voie étroite demande des bâtiments de moindre largeur, et que le nombre et le genre de construction de ces bâtiments étant les mêmes, les frais d'érection seraient moindres pour la voie étroite.

Paragraphes 14, 15, 16.—"Par le même mode d'argumentation, la deuxième et la quatrième raison donnée, et par laquelle on affirme que 45 pour cent seront économisés dans les dépenses de superstructure et 50 à 55 pour cent dans le prix de matériel roulant, peuvent également être démontrées inexactes."

"L'économie dans le prix de la superstructure, sans changement du poids des rails, sera seulement la valeur d'une tranche de 1 pied 2½ pouces (0m.38) de largeur enlevée du centre de chaque traverse."

"Le poids des rails en fer est en général commandé par la pression exercée par chaque roue motrice de la machine, et comme ce poids crée l'adhérence, et par suite la puissance, il s'ensuit qu'avec le même poids de train le poids des rails doit être le même pour les deux largeurs de voies. Si l'on vient dire que le même tonnage peut être traîné avec une plus grande économie en multipliant les trains et se servant de plus légères machines, alors je maintiendrai que les mêmes principes peuvent être appliqués sur la grande largeur de voie avec égale économie, et que par suite un plus grand poids de rails n'est pas nécessaire."

Ce n'est pas fort généreux de la part de M. Seymour à l'égard du général Buell, d'indiquer que l'économie de superstructure est annoncée comme devant être de 45 pour cent pour la voie de 3 pieds 6 pouces (1m.06). Le général a dit que la différence serait de 45 pour cent *du prix de la voie étroite*, en d'autres termes que l'économie serait d'environ 32 pour cent.

"Par le même mode d'argumentation" que celui précédemment employé, je puis montrer que ce chiffre n'est ni élevé ni excessif. Il y a là trois éléments d'économie : 1° les rails, 2° les traverses, 3° le ballast. Le poids des rails pour une ligne de 3 pieds 6 pouces, aussi bonne qu'une ligne de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces, peut être beaucoup moindre, et c'est sur ce point que se trouve réalisée la plus grande économie. M. Seymour a bien raison de dire que le poids des rails dépend du poids maximum par roue de la machine, mais comme je montrerai que le poids par roue d'une machine Fairlie à voie étroite est moindre que celui d'une machine ordinaire de la voie large destinée à faire le même service, il s'ensuivra que le poids des rails peut être diminué, de sorte qu'au lieu d'un rail pesant par exemple 64 livres ($35\frac{1}{2}$ kil. par mètre), un rail de 45 livres (25 kil. par mètre), sera suffisant. Les traverses peuvent êtres réduites de la quantité correspondante. Pour une voie de la largeur de 3 pieds 6 pouces ($1^{m}.06$), des traverses longues de 6 pieds ($1^{m}.83$), de 8 pouces ($0^{m}.20$) de largeur et 4 pouces ($0^{m}.10$) d'épaisseur, sont suffisantes, au lieu de celles de 9 pieds $\times$ 9 $\times$ $4\frac{1}{2}$ (2.72 $\times$ 0.22 $\times$ 0.11), qui sont nécessaires pour une ligne ordinaire ; à son tour le ballast est réduit à cause de la diminution de pression du rail sur les traverses. Ainsi, tandis qu'il nous faudrait sur une ligne de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces, avec des rails de 64 livres, des traverses des dimensions ci-dessus mentionnées et une couche de ballast de 9 pouces ($0^{m}.22$) d'épaisseur au-dessous des traverses, l'expérience nous prouve que pour la voie de 3 pieds 6 pouces ($1^{m}.06$), avec rails de 45 livres par yard, et des traverses de 6 pieds ($1^{m}.83$) de longueur, 8 pouces ($0^{m}.20$) de largeur et 4 pouces ($0^{m}.10$) d'épaisseur, une couche de 6 pouces ($0^{m}.15$) de ballast en dessous de ces traverses, sera suffisante. L'économie dans les matériaux pour le second cas sera :

Sur les rails, 30 pour cent,
Sur les traverses, 48 ,,
Sur le ballast, 44 ,,

L'économie sur le dernier article est en réalité plus grande, car nous avons omis de tenir compte de l'effet des inclinaisons de la crête du terrassement ; la différence indiquée suffit pour établir l'exactitude de l'assertion du général Buell. D'un autre côté le prix des attaches de la voie serait presque le même dans les deux cas ; ceci est peu important. Le prix approximatif des rails pour la voie de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces serait de 9,500 dollars par mille, pour les traverses 1,500 dollars, pour le ballast 3,000 dollars. Sur la voie de 3 pieds 6 pouces le coût serait réduit à 6,650 dollars, 870 dollars et 1,680 dollars respectivement, ce qui équivaut à une économie totale de 34 pour cent.

J'ai supposé plus haut une réduction directement proportionnelle, dans le prix des traverses pour une dimension de voie de 3 pieds 6 pouces, comparée à celle de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces, afin de montrer quelle serait la réduction, si le prix diminuait seulement en raison de la diminution de section, mais en réalité les dépenses sont beaucoup plus réduites à cause de l'emploi d'un plus petit échantillon. Comme exemple, je puis mentionner qu'à présent les mêmes marchands me fournissent des traverses pour une ligne de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces à raison de 2s. 8d. (3 fr. 30) chacune, et des traverses pour une ligne de 3 pieds 6 pouces, à 10d. (1 fr.) chacune, de qualité égale. La raison en est, bien entendu, que les larges pièces de bois se coupent avec perte, et que les autres peuvent provenir de bois de plus petit échantillon, et par suite meilleur marché. Dans un parcours d'un mille en moyenne de voie simple, il y a 2,112 traverses, et, d'après le prix que je donne, il en résulte la comparaison suivante :

Pour la voie de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces : 2,112 traverses à 2s. 8d. (3 fr. 30) = £281 12s. (6,969 fr.).

Pour celle de 3 pieds 6 pouces : 2,112 traverses à 10d. = £88 (2,112 fr.).

Ainsi, pendant que l'économie en matière est de 48 pour cent, les dépenses sont de plus d'un tiers en moins. D'après cet

exposé, l'évaluation de l'économie faite par le général Buell, pour la superstructure, est aussi raisonnable que celle qu'il avait mise en avant pour les travaux de l'infrastructure. Permettez-moi de considérer les traits caractéristiques de la ligne obtenue à ce prix réduit, comparativement à la voie large modèle dont je me suis servi comme point de comparaison. Nous aurons une voie plus étroite de $14\frac{1}{2}$ pouces ($0^m.38$) avec une largeur réduite à la couronne, de plus fortes rampes, des courbes de plus petit rayon, et de plus légers rails ; on serait tenté d'en conclure qu'elle est incapable de satisfaire à autant de trafic ; mais c'est sur ce dernier point que j'appelle l'attention, et j'affirme que, par une intelligente mise en exploitation, une telle ligne pourrait être aussi utile que n'importe quelle ligne à grande largeur. J'admets de suite que si la voie étroite est considerée seulement comme une copie réduite de la grande voie, sa capacité et son efficacité diminueront dans une proportion plus rapide que sa réduction en largeur, car si les locomotives du modèle ordinaire sont employées, la légèreté des rails et l'espace étroit qui les sépare, limitent la puissance des machines : les fortes rampes diminuent encore plus la charge à transporter, et les courbes de petit rayon mettent en outre une limite à l'écartement des essieux. Alors je conviens qu'une telle ligne serait inutile, excepté dans des circonstances très-spéciales où un petit trafic et une petite vitesse sont acceptables. Un exemple existe dans la vallée du Broelthal, où se trouve un chemin de fer à voie de 2 pieds 7 pouces ($0^m.78$) desservi par une miniature de matériel roulant du type classique. Nous devons rechercher une méthode très-différente d'exploitation des chemins de fer à voie étroite, si nous voulons les rendre aussi efficaces que ceux à grande largeur de voie. Il nous faut des machines dont la puissance ne soit pas limitée par l'écartement des rails, afin de traîner les charges les plus pesantes ; les mêmes machines, tout en présentant un poids convenable pour monter les rampes et une disposition permettant de franchir les courbes de petit rayon, doivent cependant

n'exercer sur les rails qu'un poids minimum par paire de roues. Qu'on nous donne une telle locomotive, tous les inconvénients signalés disparaîtront, et les avantages que la voie étroite possède seront mis en relief. Le principal de ces avantages est la facilité que l'on a pour établir une bonne proportion entre le poids du wagon et son chargement ; en d'autres termes, on obtient la réduction du poids mort. Comme point le plus important relativement à l'économie des chemins de fer et la théorie de la voie étroite, cette question du poids mort et de la puissance de machine aurait dû être discutée tout d'abord, mais en suivant les arguments de M. Seymour, j'ai été forcé de changer l'ordre des choses, parce que M. Seymour a attribué une grande portée au point le moins important. La même raison m'a obligé d'anticiper sur l'argumentation en posant d'abord des conclusions, et faisant des assertions avant d'en avoir démontré l'exactitude (bien entendu, je parle seulement pour ce qui se rapporte à ce pamphlet ; dans les nombreux documents que j'ai déjà mis sous les yeux du public, j'ai résolu le problème avec la plus grande clarté). Les arguments viendront à leurs places au fur et à mesure que je suivrai la "Revue" de M. Seymour.

Je pourrais me rencontrer ici avec les partisans temporisateurs de la construction légère sur une voie large ; ces ingénieurs, forcés d'admetre que le système ordinaire est trop coûteux, désirent faire un compromis en conservant leur chère largeur de voie et construisant une voie légère. Ils disent : "Nous aussi, nous aurons des lignes rasant le sol (que je fus le premier à recommander, en 1864). Nous aurons les mêmes fortes rampes et les courbes à petits rayons comme vous avez sur votre voie étroite, nous aurons le même poids de rails, en résumé, un chemin de fer pareil au vôtre, excepté que les rails seront plus espacés de 1 pied $2\frac{1}{2}$ pouces ($0^{m}.38$). Nous aurons, il est vrai, la légère augmentation de dépense due à l'excédant de largeur de la tranche ajoutée ; mais nous aurons aussi tous les avantages de la voie large, et comme nous

ne serons pas isolés des autres lignes, nous éviterons les inconvénients qui résultent du transbordement des marchandises aux points de jonction." Je réponds à ceci que la différence de prix même d'une telle ligne, serait encore d'une grande importance sur de longues lignes à petit trafic, et que si l'on emploie des machines ordinaires, elles devront être plus légères et moins puissantes que la machine Fairlie, dont le poids est réparti sur beaucoup de points ; le poids maximum par roue étant donné par le rail, la puissance de la machine ordinaire de la voie large sera beaucoup diminuée ; en outre de cette réduction de puissance de la locomotive, le poids mort des véhicules sera augmenté, et comme il vient en déduction du travail utile de la machine, la voie large considérée aura le double désavantage d'une machine offrant un moindre poids utile pour l'adhérence, et d'un train offrant une plus grande proportion de poids mort que dans le cas de la voie réduite.

Pour obvier à cet inconvénient bien connu, on a recours à un expédient, on attèle ensemble deux machines. Mais on voit facilement que ce procédé est mauvais ; car si, de cette façon, tout le poids est utilisé pour l'adhérence, il s'ensuivra néanmoins l'inconvénient de la rigidité donnée par une longue base de roue, ou bien d'une grande instabilité, ou bien encore d'une grande gêne pour le parcours des courbes de petit rayon. Si l'on ajoute un avant-train mobile, la machine s'adapte bien aux sinuosités du tracé, mais c'est au dépens de l'adhérence, tandis que si une telle paire de machines réunies est découplée et employée séparément (ce qui est un des avantages réclamés par les avocats de ce système), le travail individuel de chacune d'elle est comparativement insignifiant, pendant que les frais de conduite de deux machines travaillant en double attelage, sont doublés. Quant au chiffre exact de l'économie obtenue par l'adoption d'un bon système de voie étroite au lieu "d'une légère voie large," comme on l'appelle, je ne puis mieux faire que de rappeler brièvement ce qui a été donné par l'expérience,

et citer les opinions de quelques ingénieurs éminents. J'ai déjà dit que M. Carl Pihl avait construit des chemins de fer légers au prix de £6,350 (100,000 fr. par kilom.) en moyenne, et nous avons vu plus haut les estimations du chemin de fer Toronto Grey et Bruce du Canada.

Le montant en était comme il suit (pour la même route) :

Pour la voie de 3 pieds 6 pouces (1m.06) par mille, 13,000 dollars (environ 43,000 fr. par kilom.) sans le matériel roulant.

Et 18,000 dollars (environ 60,000 fr. par kilom.) pour celle de 5 pieds 6 pouces (1m.68).

Pour le matériel roulant, dans chaque cas, la somme de 2,000 dollars par mille a été allouée. Si nous réduisons la dépense par mille de la voie large légère de 5 pieds 6 pouces (1m.68) à celle de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces (1m.44), le prix par mille serait environ de 15,000 dollars (50,000 fr. par kilom.), ou 15 pour cent en plus que pour la voie étroite.

Les devis de M. John Fowler présentés au gouvernement indien sur les dépenses comparatives pour les lignes de 5 pieds 6 pouces (1m.68), et 3 pieds 6 pouces (1m.06), sont si soigneusement préparés que je les reproduis ici.

Dans ces devis, les mêmes conditions sont conservées pour avoir deux lignes de force égale, les proportions en largeur seulement sont réduites convenablement. Le prix de revient total par mille du chemin léger de 5 pieds 6 pouces (1m.68), serait de £5,397* comparé avec £4,543† par mille pour la voie de 3 pieds 6 pouces (1m.06), soit une économie de 16 pour cent en faveur de la petite voie.

Cette proportion serait réduite bien entendu si la comparaison était faite avec une voie de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces (1m.44) ; mais même dans ce cas il resterait encore 10 ou 12 pour cent en faveur de la voie étroite.

---

* 89,000 fr. par kilomètre.

† 71,000 fr. par kilomètre.

I.—Estimation des Dépenses pour un Chemin de Fer léger de Kotree à Moultan, et de Lahore à Peshawur.

Largeur de voie, 5 *pieds* 6 *pouces* (1m.68). *Poids de rails*, 42 *lbs.* (19 *kilogrammes par mètre courant.*)

Kotree à Moultan, 480 milles (770 kilomètres).

	£*	£	£
Terrassement. (basé sur les données de m. brunton.)			
(14 p. [4 m. 27] de couronne) par mille, £295.2 ...	...	141,698	
Voie.			
Rails (compris un douzième pour attaches) 72 tonnes à £14	1,008		
Traverses (8 p. 6 pouces × 9 × 4½) 2,000 = 4,800 p. cubes à 3s. 4d.	800		
Ballast (couche de 1 p. 3 pouces [0 m. 37) 70,000 p. cubes à 10s. par 100 pieds cubes	350		
Pose des rails	90		
	2,248		
10 pour cent pour voie de garage	224		
Par mille	2,472	1,186,560	
Ponts.			
Indus, 2,555 p. à £46 (780 m. à 3,800 fr. par m.) ...	120,000		
Sutlej, 3,520 p. à £38 (1,080 m. à 3,150 fr. d°.) ...	135,000		
Narra, 2,560 p. à £29 (780 m. à 2,400 fr. d°.) ...	75,000		
Petits ponts, par mille, £125 (2,000 fr. par kilom.) ...	60,000		
= £812.5 par mille	...	390,000	
Télégraphes, Traverses de Routes, et Clôtures partielles.			
Télégraphes à £100 par mille			
Traversées de route à £40 ,,			
Clôtures à divers intervalles à £17 ,,			
£157	...	75,200	
Stations et Ateliers.			
Ateliers	60,000		
Quatre grandes stations à £20,000	80,000		
Quatre stations d'importance secondaire à £8,000 ...	32,000		
Trente-deux petites stations à £4,000	128,000		
=£625 par mille...	...	300,000	
			2,093,458
Administration, Ingénieurs et Frais généraux.			
5 pour cent pour dépenses en Angleterre } 20 pour cent pour dépenses dans l'Inde }	...	...	261,682
			2,355,140
Sommes à valoir, 10 pour cent	...	...	235,514
Total, non compris le matériel roulant ... ... =£5,397.2 par mille	...	...	2,590,654
Matériel roulant.			
100 machines à £1,650	165,000		
1,200 véhicules à £200	240,000		
		400,500	
Frais généraux et somme à valoir, 15 pour cent ...	...	60,750	
Total pour le matériel roulant, £970 par mille ...	...	...	465,750
Prix total	...	...	3,056,404
Kotree à Moultan (voie de 5 p. 6 pouces [1 m. 68), 480 milles (770 kil.) à £6,367.5 par mille (fr. 100,000 par kilomètre).			

*Livres sterling de fr. 25.

2. Évaluation des Dépenses pour un Chemin de Fer à Voie étroite de Kotree à Moultan.

Largeur de voie, 3 pieds 6 pouces (1m.06).—*Poids de rails, 42 lbs.*

(19 kilogrammes par mètre courant.)

Kotree à Moultan, 480 milles (770 kilomètres.)

	£	£	£
Terrassement.			
(10 p. 6 pouces [3 m. 20] en couronne), par mille, £258	...	123,800	
Voie.			
Rails et attaches, 72 tonnes à £14	1,008		
Traverses (6 p. 3½ pouces × 8 × 4), 2,000 = 2,954 pieds cubes à 3s. 4d.	492		
Ballast 1 pied, (0 m. 305) d'épaisseur, 42,000 pieds cubes à 10s. par 100 pieds cubes	210		
Pose des rails, par mille	80		
	1,790		
10 pour cent pour voie de garage...	170		
Par mille	1,960	945,120	
Ponts. (comme dans le cas précédemment considéré).			
= £729 par mille	...	350,000	
Télégraphes, Traversées de Routes, et Clôtures partielles.			
à £157	...	75,200	
Stations et Ateliers comme précédemment.			
= £558 par mille	...	268,000	
			1,762,120
Administration, ingénieurs et frais généraux	...	...	220,315
			1,982,435
Somme à valoir, 10 pour cent	...	...	198,243
Total (sans matériel roulant) ... ... = £4,543 par mille.	...	...	2,180,678
Matériel roulant.			
100 machines à £1,600	160,000		
2,000 véhicules à £120	240,000		
		400,000	
Frais généraux et sommes à valoir, 15 pour cent. ...	...	60,000	
Total pour le matériel roulant ... ... £958.33 par mille.	...	...	460,000
Prix total	...	...	2,640,671
Kotree à Moultan (voie de 3 pieds 6 pouces [1 m. 06] de largeur, 480 milles (770 kilomètres), à £5,501.4 par mille (86,000 fr. par kilomètre).*			

* M. Fowler a oublié de faire bénéficier la voie étroite de la réduction possible du poids du rail et du poids du matériel roulant: on trouvera des explications sur le sujet aux pages 30 à 34.

Je montrerai plus loin quelle est au juste la force de l'argument favori des partisans de la voie large: "les dépenses du transbordement des marchandises au point de jonction de deux voies de différentes largeurs." Je puis y faire allusion ici, parceque l'adoption de la "légère" voie large est recommandée en majeure partie pour cette raison, et que les frais de transbordement des marchandises d'une ligne à une autre sont évalués au minimum à 2s. (fr. 2.50) par tonne. Je suis heureux de trouver que M. Seymour et moi ne sommes pas en différence sur ce point et je le remercie pour l'information importante à laquelle il a contribué. Le prix qu'il donne ($3\frac{1}{2}$d. par tonne) (fr. 0.35) peut être considéré comme le chiffre le plus haut, pour marchandises en général, et sur plusieurs lignes à voies étroites du continent, la marchandise est transbordée pour 2d. (fr. 0.20) et même $1\frac{1}{2}$d. (fr. 0.15) par tonne. Mais si nous admettons le le prix de $3\frac{1}{2}$d. (fr. 0.35) il est clair que les frais annuels de transbordement ne sont qu'une faible charge additionnelle des dépenses d'exploitation de la ligne, et ce n'est rien, en comparaison de l'économie réalisée dans les frais de construction. De plus quand même la "légère" voie large, pourrait être construite à aussi bon marché que la voie étroite, il lui resterait encore le désavantage constant et inévitable de la quantité plus grande de poids mort à remorquer, lequel résulte, non seulement de l'emploi de véhicules d'une construction plus grande et plus lourde, mais encore de l'emploi continuel de telles voitures très-partiellement chargées.

Ainsi, en construction comme en service, tout se trouve en défaveur de la "légère" voie large, et en faveur de la voie étroite, et simplement parce que cette dernière est plus convenablement adaptée aux exigences du trafic que la première. Même dans les frais d'entretien et de réparation de la voie, la faible largeur à un grand avantage parce que le nombre de tonnes qu'elle doit supporter diminue précisément du nombre de tonnes de poids mort qui est gagné sur le matériel roulant.

Je pense avoir suffisamment démontré que même si les partisans de la voie large abandonnaient leur construction pesante, pour adopter la combinaison la plus légère, une grande économie serait réalisée par la réduction de la largeur, tout en y gagnant une ligne robuste, au lieu d'une ligne d'une construction relativement débile.

J'ai fait allusion à la ligne de 3 pieds ($0^m.91$) de Denver et Rio-Grande comme travail d'un intérêt spécial fournissant dans une grande mesure la preuve pratique que M. Seymour désire si ardemment, c'est-à-dire l'exemple de deux routes de différente largeur de voie construites dans les mêmes circonstances et sur un terrain semblable. Mais, sous peu, de nombreux exemples semblables pourront servir de comparaison, parce que la voie étroite a pris de profondes racines dans les Etats-Unis, et que son extension est poussée avec vigueur dans toute l'Union.

Dans presque tous les états et territoires depuis l'Est jusqu'à l'Ouest, les voies étroites sont à l'étude ou en voie de construction, surtout dans les districts où le champ est libre, et où la construction des voies ferrées est dans son enfance.

Dans les états de Californie, Montana, Utah, et Colorado, des ingénieurs construisent rapidement des voies de la largeur que j'ai chaleureusement recommandée ; il trouvent facilement les capitaux nécessaires à leur entreprise, ce qui aurait été impossible si l'on eût adopté un système plus coûteux. En effet on avance un capital modéré quand on a foi dans l'achèvement de tout bon projet, non embarrassé par une première mise de fonds excessive enlevant toute perspective d'une rétribution immédiate.

Il est difficile de prédire le bénéfice qui résultera de cette avance énergique dans la voie du progrès, et de dire avec quelle nouvelle impulsion se développeront ces riches et vastes territoires sur lesquels s'étend le peuple des

Etats-Unis, sans cesse augmenté par le courant croissant d'émigration qui se dirige vers l'Amérique.

La grande force vitale qui est un des traits caractéristiques de l'Amérique, et qui depuis vingt-cinq ans a opéré tant de merveilles, ne demande que les moyens de communication pour décupler les résultats qu'elle pourrait obtenir. Il sera nécessaire, à cet effet, de dépenser des centaines de millions de livres sterling en chemins de fer, avant que cet immense territoire, riche en ressources naturelles de toutes sortes, ne soit relié avec le littoral, tant à l'Est qu'à l'Ouest : un système par lequel ce but sera obtenu le plus économiquement et efficacement, deviendra le seul qui puisse être adopté dans l'avenir.

Les résultats qu'on a obtenus sur la ligne de Denver et Rio-Grande ne sont pas exceptionnels, mais peuvent être considérés comme représentant la moyenne des économies qu'on peut réaliser avec la voie étroite. Et il ne faut pas de preuve plus frappante de l'appréciation faite par plusieurs ingénieurs américains de la véracité de mes arguments, que ce fait qu'ils mettent journellement en pratique les assertions que j'ai toujours avancées, et qu'ils construisent maintenant des milliers de milles de chemins de fer, aussi rapidement qu'on peut exécuter les travaux, d'après les principes que j'ai prônés constamment. Les préjugés, si puissants ailleurs, pénètrent à peine dans les esprits des ingénieurs de l'Ouest dont le grand objet est le progrès.

L'assertion contenue dans le 16e paragraphe de M. Seymour est vraie ; le poids des rails dépend de la pression exercée par les roues motrices de la machine ; mais les conditions ordinaires sont totalement changées par l'emploi de la machine Fairlie, qui donne, sur les rails légers et la voie étroite, une puissance égale à n'importe quelle autre pouvant être obtenue par le système ordinaire sur la voie large et des rails pesants. On

répondra que la machine Fairlie peut être employée aussi sur la voie large ; cela est vrai, et si nous supposons l'existence d'une trafic suffisant, l'avantage retiré serait même très-grand ; mais même dans cette hypothèse, il serait impossible d'obtenir une aussi grande somme de force, étant donné le même poids par roue, que celle que l'on obtient sur la voie étroite. Sur la voie large, et à égalité de poids par roue, une machine doit être moins puissante que sur la voie étroite.

Je m'arrête ici pour donner une idée de la valeur de la machine Fairlie employée sur la voie ordinaire, quand il y a un assez grand trafic comportant des wagons circulant à pleine charge. Nous ne pouvons faire mieux que de prendre comme exemple le trafic des charbons des comtés du Nord vers Londres. Une machine Fairlie, tout en fatiguant moins et elle-même et les rails, amènerait à Londres des trains de charbon représentant *deux fois le poids des trains actuellement remorqués* par le meilleur modèle de machine du type ordinaire, et à la même vitesse. Pensez un moment à l'économie que ceci produirait, sans compter l'énorme avantage qui s'ensuivrait, c'est-à-dire le désencombrement de la ligne de juste moitié du nombre des trains de charbon existant à présent, avec moitié dépense de main-d'œuvre, et économie de 20 à 30 pour cent de combustible. Cette économie seule ajouterait une quantité notable aux profits des actionnaires. Mais, à cette proposition, je reçois pour réponse que "de pareils trains seraient trop longs pour les voies de garages actuelles, qui auraient toutes besoin d'être rallongées, etc. Réfléchissez combien peu vaut un tel raisonnement dans la bouche d'hommes qui renvoient les wagons à vide réunis en trains ayant deux fois le nombre des wagons amenés pleins, et qui trouvent parfaitement des garages convenables pour ces trains, *aujourd'hui.*

La réduction de puissance signalée est due à l'accroissement du poids des matériaux inutiles dans la construction d'une plus large machine, et à ce que la totalité de cet excès de

poids provient de parties qui n'ajoutent rien aux éléments créateurs de la puissance de la machine, tout en absorbant une partie de la force pour leur propre traction.

Les parties qui sont nécessairement plus pesantes sont les essieux et les traverses entre-toisant le châssis et les cylindres ; et le tout, afin d'être de force égale, doit être non seulement beaucoup plus long, en raison de la voie large, mais encore de section plus forte ; cela réagit sur les parties auxquelles les pièces précédentes sont attachées, les rendant à leur tour plus grandes et plus pesantes. Ainsi, par exemple, les essieux ayant un plus grand diamètre, demandent des roues, des plaques de garde, des boîtes à graisse, etc., plus pesantes ; il s'ensuit que l'augmentation de dimension et de poids nécessaire pour rendre la machine à voie large de force égale à celle de la voie étroite, représentera la différence proportionnelle de puissance entre les deux machines, si on les ramène à exercer la même pression par roue sur le rail.

Par exemple, si les châssis, les roues et les essieux des deux trucks mobiles à quatre roues d'une machine Fairlie destinée à la voie de 3 pieds 6 pouces ($1^{m}.06$), (le même argument s'applique à toute sorte de matériel roulant,) pèsent 14 tonnes, il faudra, pour obtenir la même force et la même rigidité dans les châssis, roues et essieux de deux trucks mobiles similaires destinés à une voie de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^{m}.44$), atteindre un poids d'au moins 16 tonnes. Il en résulte que, si l'on donnait à la machine pour voie étroite le même poids qu'à la grande, les deux tonnes additionnelles pourraient être placées dans les parties de la locomotive qui donnent la puissance, savoir : la chaudière et les cylindres, le générateur et le distributeur, et cette combinaison accroîtrait beaucoup la force de traction de la machine pour la voie étroite, par rapport à celle de la voie large ; la pratique a démontré ce fait péremptoirement.

Appliquées à l'argumentation de M. Seymour dans le

paragraphe examiné, ces conditions invariables imposées aux machines de voie large et de voie étroite, détruisent complètement sa théorie ; s'il est vrai, et nul ne peut le contester, que les rails soient adaptés de manière à résister à la pression qu'exerce chaque roue de machine, indépendamment de la question du trafic, alors il s'ensuit que les rails pour une ligne à voie étroite, desservie par des machines d'une force égale à celles d'une voie large, doivent être comparativement allégés et réduits en proportion de la différence du poids des deux locomotives d'égale force ; au contraire, si le poids égal par roue est admis, la locomotive pour voie étroite étant plus puissante, remorque nécessairement des trains plus lourds, d'où il résulte que la capacité d'une ligne à voie étroite (le poids des rails étant supposé égal de part et d'autre), sera beaucoup plus grande que celle d'une voie large. Tels sont les faits, et M. Seymour peut s'ingénier à inventer une nouvelle théorie pour les combattre.

Il faut bien faire attention que, en dehors du cas d'un trafic très-limité, combiné avec une très-petite vitesse, je n'ai recommandé et ne recommanderai jamais une voie plus étroite que celle de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^m.44$), si l'on emploie le type ordinaire de machine ; et cela parce que, (en dehors de ce fait que les oscillations et le mouvement irrégulier des machines ordinaires s'augmentent à mesure que la voie est diminuée), *la largeur de la voie limite la puissance de la machine, attendu qu'elle limite la largeur du foyer et la grandeur de la chaudière ;* et comme la perte de puissance s'accroît en plus grande proportion que la diminution de la voie, il résulte que la capacité de transport des voies plus étroites que celles de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^m.44$), devient considérablement limitée si l'on emploie des machines ordinaires. Le point que je soutiens, c'est qu'une voie de 3 pieds ($0^m.90$) ou 3 pieds 6 pouces ($1^m.06$) bien exploitée, donne des résultats tout aussi satisfaisants qu'un chemin de fer quelconque avec la voie la plus large. Il faut

ajouter à ce que nous avons dit, que l'instabilité inévitable des petites machines du type usuel, force à réduire la vitesse des trains, si l'on veut conserver les mêmes bonnes conditions de sécurité.

Actuellement, avec la machine Fairlie, toutes ces conditions restrictives sont entièrement écartées ; d'abord, parce que la largeur du foyer est entièrement indépendante de la voie ; en second lieu, à cause de l'absence totale de mouvement irrégulier dans la marche : de là une puissance illimitée, et une égale sécurité à grande vitesse. Ce ne sont pas là de simples assertions. La force des faits en a prouvé la véracité incontestable, et elles sont universellement admises par tous ceux qui ont expérimenté la machine Fairlie ; une des qualités au moins, l'absence d'oscillation et de friction latérale du boudin des roues sur les rails, a été depuis longtemps acceptée par tous les ingénieurs en Amérique comme établie par l'adoption universelle du matériel roulant à double avant-train mobile, lequel a permis de lancer des trains à grande vitesse sur des lignes présentant des conditions d'entretien où le matériel anglais ne se serait en aucune façon maintenu sur les rails.

> *Paragraphe* 17.—"L'économie dans l'établissement de chaque véhicule sera seulement la valeur d'une tranche de 1 pied 2½ pouces (0m.38) prise au centre de chaque voiture, comprenant seulement le haut, le bas et les deux bouts de la voiture, et peut être aussi une déduction minime sur la valeur des matériaux et de la main d'œuvre dont on fait ressortir l'économie dans la construction des voitures de moindre dimension ; mais je maintiens que le surcroît du nombre de véhicules, nécessaire au transport d'un même tonnage, ou d'un même nombre de voyageurs, rendra la dépense tout aussi élevée, sinon plus grande, sur la voie étroite que sur la voie large."

Le raisonnement de ce paragraphe est très-superficiel ; on pourrait même croire que l'auteur a eu l'intention de s'en servir comme d'un voile pour cacher les imperfections du matériel roulant de la voie large ; mais pour le moment nous fermerons

les yeux sur cette idée, et suivrons jusqu'au bout l'argument de M. Seymour.

Supposons qu'une tranche longitudinale de $14\frac{1}{2}$ pouces ($0^{m}.38$) soit enlevée du centre d'une voiture ou wagon, s'ensuit-il que, pour obtenir la force transversale voulue dans chaque voiture, les sections des matériaux employés doivent rester les mêmes qu'avant d'être coupées? C'est exactement comme si pour faire une travée de 37 pieds avec une poutre calculée pour une portée de 50 pieds, on coupait celle-ci de 13 pieds; s'il en était ainsi, quel serait l'excès de la force de la poutre de 37 pieds sur la même section de poutre employée pour 50 pieds? Le même raisonnement s'applique à la réduction de $14\frac{1}{2}$ pouces dans la longueur des essieux; mais on doit se rappeler qu'il y a à tenir compte, pour les essieux à roues fixes, d'une force nécessitant une section qui va en augmentant dans une plus grande proportion que la longueur; cette force est la torsion. On voit donc de suite qu'il y a beaucoup plus qu'une certaine longueur à retrancher aux essieux, en conservant égalité de force sur la voie étroite et sur la voie large. Le faux raisonnement de "la tranche à enlever" de M. Seymour a été étendu ici de la ligne au matériel roulant. Par les mêmes raisons que ci-dessus, les sections de tous les châssis des véhicules, devraient être réduites.

L'assertion que des véhicules en plus grand nombre seraient nécessaires pour transporter le même tonnage ou le même nombre de voyageurs est aussi évidemment erronée que les précédentes. Dans la pratique il pourrait y avoir, il est vrai, deux conditions qui, si elles étaient remplies, pourraient donner un certain air d'exactitude à cette assertion :—1° si le parcours de chaque véhicule avait toujours lieu avec son chargement complet dans chaque direction; 2° si le rapport de la grandeur des véhicules à la largeur de la voie était le même que celui qui existe maintenant pour les véhicules de la voie étroite.

Tant que ces conditions ne seront pas remplies, l'assertion de M. Seymour tombe d'elle-même.

Pour répondre à la première des conditions ci-dessus, je vois qu'il est généralement reconnu que la proportion du poids utile au poids mort pour les trains de marchandises sur les lignes américaines les mieux dirigées, est de $\frac{1}{2}$ à 1, pendant que la capacité du matériel employé est comme 18 est à 10 ; ce qui fait ressortir pour le matériel à marchandise une utilisation de seulement 27 pour cent de sa capacité totale; que résulte-t-il donc de ceci? Simplement que des voitures construites pour 10 tonnes transportent seulement 2.7 tonnes ; et cela étant sans doute une nécessité résultant des exigences du trafic, lequel demande prompte livraison des marchandises aux diverses stations, ne s'ensuit-il pas (prenant le cas au point de vue où s'était placé M. Seymour), que des voitures réduites en largeur de $14\frac{1}{2}$ pouces, soit de 20 pour cent en capacité, seraient encore plus que suffisantes pour le trafic, comme il a lieu maintenant, et s'il en est ainsi, que devient la demande d'un nombre additionnel de voitures? Ces observations s'appliquent au trafic des marchandises seulement, mais si nous considérons la question du trafic des voyageurs, envisagée sous le même point de vue, le cas est encore plus défavorable à M. Seymour, parce que les voitures à voyageurs ne portent jamais plus d'un quart de leur contenance totale ; cela prouve qu'un matériel fait pour une voie étroite desservirait deux fois et plus de trafic que la voie large, et réserverait encore une marge au progrès à venir.

Dans une note que j'ai lue à l'Association britannique à Liverpool, au mois d'août 1870, j'ai montré par des relevés statistiques que la proportion actuelle entre le poids mort et les marchandises transportées dans le Royaume-Uni (le trafic minéral étant excepté) était dans le rapport de 7 à 1 ; pendant que le même rapport pour le trafic des voyageurs était de 29 à 1.

C'est à un moindre degré que le même état de choses, état absolument inséparable de la voie large, existe en France, comme le prouvent les statistiques suivantes des six lignes principales de cette contrée. En France les résultats sont avantageux à la voie large parce que les compagnies de chemins de fer ne se faisant pas concurrence, remplissent les voitures le plus possible, et font le transport des marchandises avec le plus de profit possible pour elles-mêmes, au grand détriment des intérêts commerciaux ; en fait, tels ont été les errements des compagnies à cet égard, qu'une société a été récemment organisée à Paris, dans le but de forcer les compagnies à une plus grande régularité ainsi qu'à plus de promptitude dans la livraison des marchandises, et si l'on réussit, le résultat se traduira forcément par une plus grande proportion de poids mort transporté.

En France, nous trouvons que sur les six lignes principales les proportions pour les voyageurs entre les places occupées et celles qui pourraient l'être sont ainsi :

Sur la ligne du Nord	0.223	Moyenne générale, 0.240.
,, de l'Est	0.203	
,, de Lyon	0.269	
,, de l'Ouest.....	0.277	
,, d'Orléans	0.234	
,, du Midi	0.277	

Et le poids remorqué par chaque voyageur transporté est comme ci-dessous :

	Tonnes.	
Sur la ligne du Nord	0.819	Moyenne générale, 0.742 tonnes.
,, de l'Est.....	0.828	
,, de Lyon	0.725	
,, de l'Ouest.....	0.630	
,, d'Orléans	0.764	
,, du Midi.....	0.634	

Tandis que la moyenne du poids mort par voyageur, dans l'hypothèse où toutes les places offertes seraient occupées, ne s'élèverait qu'à 0.235 tonnes.

Relativement aux marchandises, nous trouvons qu'en moyenne les wagons français à charbon pèsent 4.5 tonnes et peuvent porter 10 tonnes, et les wagons à coke

pèsent 4.180 tonnes et portent 10 tonnes. Le poids mort minimum par tonne, avec chargement complet, est de 0.450 tonnes pour le charbon, et 0.418 tonnes pour le coke, soit une moyenne de 0.434, et le poids minimum d'une tonne avec sa quote-part du poids du wagon devrait être 1.434; mais en réalité la moyenne du chargement par wagon à charbon, au lieu d'être 10 tonnes, est seulement 4.903 tonnes (soit 49 pour cent), de sorte que le poids réel d'une tonne augmentée de sa part proportionnelle du wagon, est de 1.918 tonnes.

De même, les wagons ordinaires à marchandises pesant 5.1 tonnes et construits pour porter 10 tonnes, sont en réalité chargés de 4.175 tonnes, de sorte que la proportion entre le poids mort et le poids utile est $\frac{5.1}{4.175} = 1.221$, soit 2.4 fois plus grand que ce qu'elle devrait être.

Je pense avoir prouvé à présent aux hommes impartiaux l'erreur commise par M. Seymour, (et cela par sa propre manière de voir), quant à la question de rendement possible et de l'égalité du poids à la fois pour les locomotives et pour le matériel roulant; j'ai montré contrairement à ses conclusions, que la voie étroite est supérieure à la voie large, par cette simple raison que la capacité de la première est plus près des nécessités du trafic que la dernière.

Je vais maintenant procéder à l'examen du second point, savoir : la *proportion qui doit exister entre les voitures et la largeur de la voie.*

Le trafic de marchandises et de voyageurs dans le pays auquel s'adresse M. Seymour, se fait en général dans des voitures à huit roues groupées en deux trucks mobiles à quatre roues.

J'affirme sans hésiter que ceci est un des types les plus extravagants de voitures en ce qui concerne le poids mort de matériel roulant; mais comme il est admis que les trucks mobiles sont nécessaires sur les chemins américains pour rouler facilement sur des lignes mal entretenues, et pour parcourir librement les courbes, je présume, en raison de l'emploi presque universel

de ce truck mobile, que ses avantages balancent les inconvénients de l'excès de poids mort qu'il occasionne. Le rapport moyen de la capacité de chargement du matériel à quatre roues pour marchandises, relativement à son poids mort, est de 1.9 à 1, tandis que le même rapport pour le matériel avec trucks mobiles, à huit roues, est seulement de 1.4 à 1 ; cette différence, même sans l'avantage résultant de la facilité du chargement et du maniement des petits wagons, aurait depuis longtemps assuré l'adoption générale de ces derniers, si ce n'était l'existence des raisons pratiques auxquelles j'ai fait allusion. Si nous demandons la cause pour laquelle le matériel à truck mobile est maintenu sur les lignes américaines, nous trouverons qu'elle réside principalement dans la différence de la longueur de base des roues comparativement à celle du matériel à quatre roues, et l'aise avec laquelle les roues des grands véhicules suivent les inégalités de la route, sans en communiquer les effets au wagon, et en réduisant ainsi l'oscillation latérale de la charge à un minimum, tandis qu'avec le matériel à quatre roues les inégalités réagissent directement sur la charge, et par suite les oscillations arrivent à un maximum d'effet.

Cet état de choses est inséparable de tout matériel à quatre roues et sans doute amène une forte augmentation dans les résistances du train, mais c'est rarement la cause du déraillement du wagon en parcourant une courbe. Cela viendrait plutôt du mode usuel d'accouplement et de l'usage de tampons latéraux qui serrent les uns contre les autres dans les petites courbes, au point qu'un wagon supporte entièrement, pour un moment, l'extrémité d'un autre wagon, de sorte que parfois il n'y a pas de charge sur une ou peut-être même sur deux roues. Ce serrement et les résultats dont nous parlons, se produisent souvent, mais heureusement ils ne font pas dérailler les wagons.

M. Seymour et ceux de même opinion me demanderont peut-être en quoi ces détails ont trait à la question ? Je réponds que cela est important, parce que, en faisant ressortir la raison

qui a fait adopter le matériel à truck mobile dans les États-Unis, malgré tous ses inconvénients, et de préférence au matériel plus léger à quatre roues, je tends à mettre en évidence un grand avantage de la voie étroite, et si je ne le prouvais pas, mon argument tomberait ; mais si je montre que les raisons qui prévalent contre le matériel à quatre roues de la voie large, disparaissent presque entièrement pour le matériel à quatre roues de la voie étroite, je croirai alors avoir réussi dans ma tâche.

La grande longueur de base de roue nécessaire pour avoir une voiture stable sur la voie large, est la principale objection aux voitures à quatre roues ; et je répondrai à ceux des partisans de la voie large qui recommandent, comme M. Seymour, que la base de roue soit réduite proportionnellement à la largeur de la voie, je répondrai, dis-je, que si l'on ramène la base des roues du matériel à voie large aux dimensions convenables pour la voie étroite, l'on a un matériel roulant moins sûr, et très-difficile à conduire ; la résistance par tonne deviendrait certainement double de celle du matériel à truck mobile, par suite de l'amplitude des oscillations latérales.

Pour obtenir de la stabilité avec un matériel à quatre roues, la base des roues devrait être au moins de deux fois la largeur de la voie. Bien entendu une moins grande dimension peut aller, mais plus la base est réduite, plus la friction est grande, et plus il y a de facilités à dérailler ; tandis que, d'un autre côté, si cette proportion est conservée, les courbes de petit rayon ne peuvent pas être franchies aisément sur la voie large, et les dimensions du wagon excèdent de beaucoup le travail qui leur est demandé ; en outre, un tel matériel serait d'un maniement difficile. Sur la voie étroite, tous ces désidérata sont combinés sans un seul désavantage ; une voie de 3 pieds ($0^m.91$), donne une base de roue de 6 pieds ($1^m.83$), et c'est la vraie proportion entre la longueur de la base et la largeur de la voie ; on a alors un matériel stable qui franchira aisément des courbes d'un rayon de 150 pieds (45 mètres). Par contre, un matériel

pour voie de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^m.44$), construit dans de semblables proportions, donnerait $9\frac{1}{2}$ pieds ($2^m.90$) de base de roue, et cette longueur ajoutée à la plus grande quantité de glissement due à la distance plus grande des rails, rendrait le parcours des courbes de petit rayon non seulement difficile, mais encore dangereux.

La largeur du matériel que l'on peut obtenir sur la voie étroite est un autre point en sa faveur, parce que *la plus grande largeur que la voie puisse permettre peut s'obtenir sans donner une force spéciale à aucune partie*, et en même temps on peut avoir une position convenable pour le centre de gravité. En outre ce matériel n'est jamais embarrassant ou difficile à mouvoir dans les stations. L'expérience a montré que, même pour des vitesses considérables, on peut construire des wagons de 7 pieds ($2^m.13$) de largeur pour une voie de 3 pieds ($0^m.91$), ou $2\frac{1}{3}$ fois la largeur de la voie, ce qui est une grandeur très-commode, et très-économique pour l'exploitation en général. Mais il serait impossible, et peu à désirer, d'obtenir sur une voie de 5 pieds 6 pouces ou de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces, un matériel offrant une largeur égale à $2\frac{1}{3}$ fois celle de la voie, car sur la première le matériel aurait 13 pieds ($4^m.27$) de largeur, et sur la dernière il aurait près de 11 pieds ($3^m.36$), et ces dimensions, même si on pouvait les obtenir, rendraient le matériel d'un maniement presque impossible, en même temps qu'il serait hors de toute proportion avec les dimensions demandées pour le trafic à desservir.

Nous montrerons plus loin qu'une voie de 3 pieds, et ensuite une de 3 pieds 6 pouces, donnent la plus grande largeur de voiture permise par la voie, et par suite, *qu'elles assurent la meilleure utilisation de la voie*, tandis que, en même temps, le matériel qui est proposé, est facile à mouvoir, et, comme construction, offre certainement *le maximum de force combiné avec le minimum de poids mort ;* l'on obtient ainsi un rendement aussi grand que possible.

Ce matériel léger préserve les rails, réduit la dépense de l'entretien de la voie, diminue la détérioration du matériel, restreint la consommation de charbon et la dépense de force de traction. Pour mettre en évidence les dépenses énormes d'entretien de la voie large comparées avec celles de la voie étroite, en supposant un matériel de capacité égale, je ne crois pas pouvoir mieux faire que de citer une lettre ayant trait au même sujet et qui parut récemment dans le bulletin financier du *Times;* elle est écrite par le directeur de la "Compagnie des wagons de Gloucester," une des plus grandes maisons de ce genre du pays ; l'auteur, M. Slater, est reconnu par tous comme ayant acquis une plus grande expérience de la question que n'importe quel autre ingénieur anglais :—

"Compagnie des wagons de Gloucester (limitée),
"Gloucester, 21 septembre 1871.

"Cher Monsieur,—Me reportant à notre conversation d'hier sur les mérites comparatifs des chemins de fer à voie large et à voie étroite, en tant que cette question affecte les dépenses de construction du matériel roulant, je ne crois pas pouvoir vous donner mon opinion d'une manière plus positive qu'en répétant ce que j'ai dit à M. Potter, maintenant président du Great Trunk Railway du Canada, lors de sa nomination de président du Great Western Railway, il y a huit ans environ.

"Je recommandai à M. Potter le plus chaleureusement possible de commencer la conversion de la voie large en une voie étroite ; par 'étroite" je voulais dire, bien entendu, la largeur de voie usuelle du pays, 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^{m}.44$). J'ajoutais à cet avis un ou deux exemples ; ainsi je dis que si un propriétaire de houille venait s'adresser à moi pour la location de wagons *à dix tonnes, pour la voie large,* et *d'autres de la même contenance pour la voie étroite,* je lui demanderais £18 (450 fr.) *par an* pour les premiers et £12 (300 fr.) pour les seconds, *et j'emploierais toute mon influence pour lui persuader*

de choisir le matériel de la voie étroite. Je lui fis remarquer alors que ceci s'appliquait aux wagons portant toujours un chargement complet, mais que si l'on faisait la même comparaison pour les wagons à marchandises, on trouverait une différence encore plus frappante, surtout si on l'appliquait au poids mort, rapporté au poids utile. Ainsi, par exemple, on trouve que sur des chemins de fer à voie étroite passant à travers des districts manufacturiers, la moyenne *du chargement d'un wagon n'excède pas* 30 *cwt.** (1,500 k.); s'il en est ainsi sur des lignes qui desservent ces districts, on peut à peine espérer un aussi bon résultat sur le réseau à voie large qui passe à travers un district agricole. Qu'en résulte-t-il alors? Simplement ceci: vous avez mis sur la voie large des wagons dont le prix et les frais d'entretien excèdent de beaucoup ceux du même matériel pour la voie étroite; pendant que vous avez en outre sur la voie large un poids mort de $5\frac{1}{2}$ tonnes à 7 tonnes pour un chargement utile de 30 cwt. (1,500 kil.) et sur la voie étroite vous avez un poids mort de $3\frac{1}{2}$ tonnes à 4 tonnes pour le même poids utile.

"Telle est la conviction sincère que j'avais, et que j'exprimais à M. Potter, il y huit ans, et je n'ai vu jusqu'à présent aucune raison qui puisse modifier mon opinion.

"Votre très-dévoué,

"R. F. Fairlie, Esq." (Signé) "J. SLATER."

M. Seymour admet la troisième raison du général Buell pour l'adoption de la voie étroite, savoir qu'on peut y atteindre en parfaite sécurité, une vitesse de 35 à 45 milles à l'heure (56 à 72 kilomètres): *en parfaite sécurité* doit, bien entendu, être pris dans un sens figuré, car il n'existe sur aucune ligne une parfaite sécurité; mais ce que le général Buell avance et ce que

* "Cwt.," abréviation qui désigne des *quintaux*.

Ceci ne comprend pas les parcours à vide qui réduiraient certainement cette proportion de moitié, soit 15 quintaux (750 kil.) seulement pour l'ensemble du parcours effectué par wagon.

M. Seymour admet, c'est qu'on peut atteindre dans la pratique les vitesses ci-dessus indiquées sur la voie de 3 pieds 6 pouces ($1^m.06$). Une grande expérience montre qu'il en est ainsi, attendu qu'en Norwége, Queensland, et sur la ligne de Livny (Livonie), d'une voie de 3 pieds 6 pouces ($1^m.06$) et sur la voie de 2 pieds ($0^m.61$) du Festiniog, on a atteint souvent la vitesse de 35 milles (56 kilomètres) à l'heure; et, comme le dit M. Seymour, "il n'y a aucune raison pour qu'une machine de force suffisante ne remorque pas un convoi avec autant de rapidité et de sécurité sur une voie étroite que sur une voie large."

> *Paragraphe* 18.—"J'affirme aussi que le prix des locomotives en supposant égalité de force, ne sera pas plus élevé sur la voie large que sur la voie étroite. S'il en existe, elle serait certainement en faveur de la plus grande machine.

Ce paragraphe ne vaudrait pas la peine d'être remarqué s'il n'était aussi absurde. On admet dans chaque cas des machines de force égale. Prenons alors le cas de la plus forte machine du type usuel qui puisse se mettre sur une voie de 3 pieds 6 pouces ($1^m.06$); est-il possible que M. Seymour veuille nous faire croire que les mêmes chaudières, cylindres, etc., montés sur un châssis plus large et plus pesant, nécessité par la voie de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^m.44$), pèseraient moins que la machine plus petite, avec son châssis plus petit et plus léger? Comme je l'ai prouvé, la machine Fairlie est indépendante de la voie; mais, pour une machine pour voie étroite, une réduction en poids et conséquemment une réduction de prix existerait (la force étant égale de part et d'autre); sinon, il ne faudrait l'attribuer qu'à cette seule raison, que les constructeurs de locomotives les construisent à un prix stipulé par livre.

Nous arrivons à considérer la 5^e et dernière raison du général Buell et c'est celle que M. Seymour conteste le plus. Le général Buell dit que le rapport du poids mort au poids utile sur la voie de 3 pieds 6 pouces est $\frac{47}{100}$, et que le même rapport sur

la voie de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces est $\frac{75}{100}$; soit une différence de $\frac{28}{100}$ en faveur de la première ; il ajoute qu'il a basé ses calculs sur le matériel existant de la voie large, et sur celui du chemin de fer de Denver et Rio-Grande en construction aux ateliers de wagons de Wilmington. M. Seymour, selon moi, sort de sa sphère en ridiculisant le petit matériel, oubliant que ceux qui sont à la tête des ateliers cités sont des ingénieurs capables et expérimentés. Mais comme M. Seymour se refuse à admettre ce qui n'est pas prouvé pratiquement, je dois me contenter d'exemples en service, pour prouver l'exactitude de l'idée du général Buell. Il est prouvé par l'expérience que, sur les voies larges, il est impossible d'utiliser complètement la large base que permettent les rails. La raison en est que les wagons seraient d'une capacité en dehors de toute proportion avec le service à rendre, et qu'ils seraient démesurément lourds ; cela est un point sur lequel j'appelle tout spécialement l'attention, car c'est un des principaux caractères de la voie étroite. Je maintiens que la largeur de 3 pieds ou 3 pieds 6 pouces (quoique toutes les dimensions de voie soient empiriques, je prie le lecteur de se rappeler ce fait), est la plus convenable pour servir de base aux proportions du matériel roulant ; elle est aussi la plus économique et la meilleure. On admettra, je le pense, que la largeur de la voie doit être en proportion convenable avec la largeur du matériel roulant donnant le plus d'économie. Actuellement, sur la voie de 5 pieds 6 pouces ($1^m.68$) des Indes, la largeur du matériel est seulement de 8 pieds 6 pouces ($2^m.60$), et sur la voie de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^m.44$) il en est presque de même en moyenne ; ce fait démontre le point en question. On aurait parfaitement pu établir le matériel roulant des Indes sur une voie de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^m.44$) ; il en serait résulté une grande économie dans les frais de construction. On peut aussi dire que le matériel aurait dû être construit avec une largeur de 13 pieds (4^m). Mais si l'on eût adopté une telle largeur bien proportionnée à celle de la

voie, le rapport entre le poids mort et le poids utile aurait été beaucoup plus désavantageux qu'il ne l'est à présent ; en effet, ces voitures et ces wagons auraient été nécessairement plus pesants dans leur construction, et leur grande capacité n'aurait aucunement servi, car si le trafic total actuel ne peut remplir que seulement la moitié de la voiture, le matériel proportionné à la voie serait seulement rempli au tiers ou au quart. Le même raisonnement s'applique sur une moins grande échelle, à la voie de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces. Le matériel n'est pas et ne peut jamais être pleinement chargé par le trafic général; et cependant on est conduit à lui donner plus de capacité, pour qu'il soit dans un bon rapport avec la largeur de la voie ;—s'il était possible d'organiser le trafic d'une ligne donnée de manière qu'un matériel de juste proportion puisse toujours être remorqué avec un plein chargement, la cause que je défends serait loin d'être si clairement établie qu'elle ne l'est, mais il est impossible d'arriver à un pareil résultat. Nous avons vu dans quelles limites le rapport du poids mort au poids utile est avantageux sur les chemins de fer français, où le monopole mis en pratique réduit ce poids mort à un minimum, surtout en comparaison des lignes anglaises et américaines, où une libre concurrence force à une exploitation extravagante. Il est certain que dans le système actuel le poids mort augmente avec une exploitation rapide, et il ne pourra en être autrement, si le succès favorise l'association formée récemment à Paris pour forcer les compagnies à activer leur service.

Tout ce poids mort et l'énorme dépense qu'il cause, proviennent simplement de ce que le matériel roulant n'est pas bien proportionné au trafic. Le grand objet de la voie étroite est de faire disparaître cette disproportion, et de rendre L'UNITÉ DE CAPACITÉ AUSSI RAPPROCHÉE QUE POSSIBLE DE L'UNITÉ MOYENNE DE CHARGE UTILE; par suite, le but est d'obtenir une meilleure proportion entre la largeur de la voie, les dimensions et le poids mort des wagons, et en même temps de combiner avec

ces avantages si désirés, une exploitation réunissant *célérité* et *efficacité*. Prenons un exemple : les voitures types des États-Unis, montées sur deux trucks à quatre roues, peuvent contenir 56 voyageurs ; elles sont à peu près de 46 à 48 pieds de longueur* et varient de 8 pieds 6 pouces à 10 pieds, de plus grande largeur† : elles pèsent vides 15 tonnes ; cela correspond à un poids mort de 4 pour un poids utile égal à 1 ; et si l'on considère que généralement les voitures sont seulement remplies à moitié, cela double le poids mort, et la moyenne du rapport du poids mort au poids utile pour le matériel à voyageurs sur les lignes de New-York est de 18 à 1. En Angleterre la situation est encore moins bonne. Passons maintenant aux voitures des lignes norwégiennes ; j'ose croire que M. Seymour ne mettra pas en doute ces résultats d'expérience. Le matériel de M. Pihl est un peu lourd, mais ses modèles les plus récents pèsent 4.6 tonnes et 3.9 pour donner une place suffisamment ample et confortable à 32 voyageurs. Ces poids donnent seulement des rapports, de 2.15 à 1 et 1.82 à 1 respectivement, en supposant que 15 personnes pèsent une tonne. Sur la ligne de Livonie le même rapport est de 2.5 à 1.

Sur celle de Novgorod il est de 2.7 à 1 ; sur celle de Dunedin et Port-Chalmers (Nouvelle-Zélande) il est de 1.75 à 1. On remarquera que les proportions norwégiennes sont les moins favorables ; cependant, si nous les comparons avec celles du matériel américain, nous trouvons qu'elles sont encore au delà de celles du général Buell ($\frac{47}{100}$ et $\frac{75}{100}$), basées sur le matériel de Denver et de Rio Grande.

Examinant ensuite les wagons ; je crois que la moyenne des dimensions et des poids dans les États-Unis peut s'estimer ainsi : wagons couverts, de 30 à 36 pieds‡ de long, $7\frac{1}{2}$ pieds à 9 pieds§ de large, 8 roues, et poids de 9 à 11 tonnes ; les wagons plate-forme pèsent environ le même poids ; les wagons

* 14 m. à 14m.60. † 2m.60 à 3m.05.
‡ 9m.19 à 11m. § 2m.39 à 2m.75.

à charbon de 12 pieds ($3^m.66$) de long, et $6\frac{1}{2}$ pieds ($1^m.98$) de large, sur 8 roues, pèsent 6 tonnes et en portent 10, tandis que le wagon ordinaire pesant 9 tonnes en porte 13 : la proportion du poids de la charge au poids du wagon est de 1.4 à 1. Sur la ligne de la vallée de Broethal (2 pieds $7\frac{1}{2}$ pouces ($0^m.80$), de largeur, le rapport est de 2 à 1 ; sur la ligne de Novgorod, il est de 3 à 1 ; sur le ligne de Tavaux-Ponsericourt (3 pieds, 3 pouces de large) il est de 3 à 1 ; sur le Festiniog de 3 à 1 ; sur la ligne de Livonie 3 à 1 ; sur celle de Dunedin et Port-Chalmers 3 à 1 ; sur celle de San Leone (2 pieds 8 pouces) 3 à 1 ; sur celle de Montepone, 2.5 à 1. Je pourrais ajouter à cette liste si cela était nécessaire, mais j'en ai dit assez pour montrer que tandis que l'expérience d'un demi-siècle ne peut fournir qu'un rapport de 1.4 et 1.9 à 1 entre le poids utile et le poids mort, sur la voie de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces, on peut avoir une proportion de 3 à 1, et on l'obtient facilement, sur la voie étroite.

Ainsi, pour ce qui regarde le matériel à marchandises, nous trouvons que l'évaluation du général Buell, de l'économie réalisée sur le poids mort, bien que fondée sur la théorie, est entièrement justifiée par une grande pratique. On ne saurait conclure, de ce que la plupart des chemins à voie étroite sont des lignes courtes et locales, que l'expérience qu'elles fournissent ne s'étend pas à la pratique générale. Les lignes de Livonie (Livny) et plusieurs autres ont pleinement montré ce que l'on peut faire avec la voie étroite.

Les faits que j'ai donnés à l'appui de cette partie de la discussion prouvent sans réplique : 1° que M. Seymour a tort ; 2° que le général Buell a raison ; 3° que tandis que sur les lignes à voies large le matériel roulant ne peut pas être construit avec de bonnes proportions, on peut obtenir les dimensions convenables sur la voie étroite ; enfin 4° supposant que le matériel à voyageurs et celui des marchandises fonctionne à charge entière sur les lignes des deux largeurs, la proportion entre le poids utile et le poids mort pour

les voyageurs sera respectivement de 1 à 4, contre 1 à 2.15, e pour les marchandises, de 1.8 à 1, contre 3 à 1.

Même si les proportions de poids mort étaient égales dans chaque cas, il resterait encore un grand avantage à la voie étroite, savoir : " la facilité qu'elle offre de proportionner efficacement et économiquement la contenance du wagon au poids qu'il a à transporter."

Supposant pour un moment que 200 voyageurs doivent être transportés avec des voitures du type américain, de 56 places chacune, et du poids de 15 tonnes ; il faudrait 4 voitures, de sorte que 3 seraient au complet et la quatrième aurait 24 places vides. Le poids mort total serait de 60 tonnes ; d'un autre côté, 7 voitures à voie étroite de 32 places et du poids de 4.6 tonnes, seraient nécessaires pour 200 voyageurs : ce qui donnerait 32.2 tonnes du poids mort. Dans le premier cas il y aurait 24 places vides dans les 4 voitures représentant 6 tonnes de poids parfaitement inutile, et dans l'autre cas il y aurait aussi 24 places vides représentant 3.42 tonnes de poids inutile. En supposant qu'on ait à transporter 180 voyageurs, il faudrait 4 voitures à voie large, du poids de 60 tonnes, mais 44 places d'une voiture seraient vides, le poids inutile serait alors de 12.5 tonnes ; le même nombre de voyageurs pourrait être transporté par 6 voitures de la voie étroite, pesant 27.6 tonnes ; il y aurait seulement 12 places vacantes, ou 1.72 tonnes de poids inutile. Pour le trafic à voyageurs, je n'ai nullement besoin de pousser plus loin cette comparaison quoique je puisse le faire pour montrer que, si le montant des places offertes n'excédait pas les besoins (et c'est par le matériel à voie étroite seulement qu'une telle approximation peut être obtenue), ces quantités de poids mort seraient encore plus réduites, et d'aussi grands rapports que ceux de 18 à 1 ne sauraient exister. Au pis-aller, dans le cas où le nombre des voyageurs n'excéderait que de 1 la capacité d'un nombre donné de voitures, les proportions seraient encore

grandement réduites (en faveur de la voie étroite), indépendamment de la considération de poids absolu par voiture.

Quant aux marchandises, il en est autrement, l'avantage devient plus frappant pour la voie étroite. Plus loin je ferai une comparaison entre les deux systèmes, en favorisant autant que possible la voie large, c'est-à-dire, en me servant de l'expérience des chemins français : bien que ce serait seulement justice de ne me servir que de la pratique actuelle des lignes anglaises et américaines.

M. Seymour, comme tous les partisans de la voie large, considère la question de voie étroite sous un point de vue de construction seulement, et ne s'avance pas au delà de la considération des dépenses dans l'établissement et le poids du matériel roulant d'une ligne. Mais, en pratique, c'est un bien minime considérant, et la voie étroite pourrait supporter d'être établie sur la même largeur d'assiette que la voie large et lui serait encore de beaucoup supérieure, à cause de l'économie résultant de l'exploitation faite avec un petit matériel, recevant des chargements au maximum et se rapprochant autant que possible des limites mises par la pratique aux chemins de fer. L'économie de poids mort résultant de l'avantage que procure la voie étroite sous ce rapport, unie à la puissance développée par la machine locomotive Fairlie, pouvant remorquer d'aussi grands chargements, avec une vitesse aussi grande que sur les meilleures lignes américaines, tout cela doit certainement disposer les esprits impartiaux en faveur des avantages de la voie étroite.

J'ai déjà montré qu'il est impossible de construire un wagon à voie large convenablement proportionné [c'est-à-dire de 7 pieds ($2^m.14$) de largeur et 14 pieds ($4^m.27$) de longueur], aussi léger et en même temps aussi fort qu'un autre pour une voie de 3 pieds ($0^m.91$) ou 3 pieds 6 pouces ($1^m.06$) ; sous le rapport du poids mort, je ne crois pas qu'on puisse discuter ce que j'avance. Personne n'osera dire qu'il est plus économique d'employer des wagons pesant 4 tonnes, pour porter une

moyenne de 2 tonnes, pendant que leur capacité est de 8 tonnes, de préférence à des wagons pesant seulement deux tonnes, avec un maximum de capacité de 6 tonnes pour le même poids utile à traîner. Supposez que ces petits wagons pesant moitié des grands, et offrant les deux tiers de la capacité des plus grands, portent la même moyenne de poids, que devient alors cet argument de M. Seymour où il demande un surcroît de wagons et un surcroît de longueur de train? Ne s'ensuit-il pas que, avec les conditions posées, il ne faudra pas un seul wagon de plus dans un cas que dans l'autre; et, quant à la longueur, le train composé du même nombre de wagons, ne doit-il pas être réduit aux deux tiers de la longueur qu'aurait le train de la voie large, en supposant que les wagons aient la même largeur dans les deux cas? Et s'ils sont réduits de 20 pour cent en largeur, le train ayant la même capacité utile, sera encore de 14 pour cent plus court que le train sur la voie large.

La moyenne du poids des marchandises sur les lignes du système actuel est au plus la moitié de celui des wagons qui servent à les transporter; cela restera toujours un fait acquis, aussi longtemps que de telles lignes existeront, n'ayant à desservir qu'un trafic secondaire; la proportion entre le poids utile et le poids mort s'accroîtra par la concurrence, et là où il y aura concurrence on trouvera encore que la voie étroite rend le plus de services.

Pour démontrer ce fait, je prendrai la question du trafic de charbon qui donne, dans une direction au moins, un chargement maximum.

Les wagons ordinaires de la voie de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^m.44$) pèsent en moyenne 4 tonnes et portent 8 tonnes, ce qui est la meilleure proportion de chargement, actuellement, relativement au poids du wagon. Avec les wagons de la voie de 3 pieds 6 pouces ($1^m.06$) et qui ont 7 pieds ($2^m.14$) de large, pesant 2 tonnes et en portant 6, nous avons 50 pour cent de charge portée en plus par unité de poids de wagon, et il est clairement

plus économique d'employer des wagons de 2 tonnes retournant à vide, que des wagons de 4 tonnes. Il est possible que M. Seymour puisse objecter que si je construis sur la voie de 3 pieds 6 pouces (1m.06) des wagons du double de la largeur de la voie, il pourrait faire de même avec les wagons pour la voie large, mais il ne peut faire cela sans surcharger ses roues et ses essieux dans une dangereuse proportion. Une charge de 12 tonnes est généralement le poids que les essieux d'à-présent peuvent supporter sans danger ; en outre, par là, il augmenterait seulement son poids mort. Je puis remarquer ici que les ennemis de la voie étroite, tout en niant les avantages qu'on lui attribue, affirment en général, à mesure que chaque point est discuté, qu'on peut atteindre le même but, mieux et à meilleur marché, sur la voie large. Est-il affirmé que les lignes à voie étroite sont moins coûteuses en construction ; ils peuvent faire une voie large à aussi bon marché ? Le matériel roulant peut-il être fait plus léger pour la voie étroite, on peut le faire aussi léger sur la voie large ? Peut-on l'exploiter plus économiquement, avec tels et tels changements on peut faire une économie égale sur les lignes qu'ils recommandent : et cependant ces ennemis de la voie étroite, tandis qu'ils n'hésitent pas à avancer et à maintenir les plus étranges assertions quant à la construction et l'exploitation d'une voie large peu coûteuse, assertions qui ne peuvent être justifiées ni par l'expérience ni par le sens commun, objectent, comme une de leurs principales raisons contre ce changement, que l'expérience d'un demi-siècle ne doit pas être effacée devant de nouveaux principes, erronés selon eux, sans doute *en raison* de leur nouveauté. Ils oublient que la voie étroite a été établie depuis longtemps et avec succès, et qu'ils contredisent leurs principes fondamentaux en proposant toutes sortes de choses en faveur d'une dimension que l'un de ses partisans affirme avoir été adoptée par George Stephenson dans " un moment d'inspiration."

Mais l'argument le plus ingénieux ne peut changer ce fait

que sur les lignes les plus occupées on ne peut trouver un trafic assez grand pour remplir le matériel actuel qui, dès l'origine, a été fait beaucoup trop petit pour la largeur de la voie. Et comme je l'ai montré, même sur les lignes industrielles, la voie étroite obtient un grand avantage. M. Seymour dira qu'il peut faire son wagon plus petit ; dans ce cas, il lui faudra nécessairement adopter une base de roues plus petite, donnant moins de stabilité et offrant plus de dangers ; et néanmoins il aura encore un excédant de poids mort. En outre, produire de tels arguments équivaut à admettre la supériorité de la voie étroite, qui rend le plus de services avec un minimum de dépenses.

J'ai dit que d'après le système français, le matériel est mieux utilisé que sur presque tous les autres chemins de fer du monde, vu le monopole dont jouissent en pratique les compagnies, et j'ai posé que le rapport du poids utile au poids mort est d'environ 2 à 1. En 1868 les statistiques du service des marchandises donnaient, sur les six grandes lignes, les résultats suivants :

Parcours total des trains, environ 3,000,000 milles (4,800,000 kilomètres).

Nombre total des tonnes transportées par unité de distance, 880,000,000 tonnes-milles (1,408,000,000 tonnes-kilomètres).

Poids moyen de marchandises et de poids mort par train, 294.791 tons (294.791 tonnes).

Ce dernier nombre est formé de 127.598 tonnes de poids payant, ce qui donne un rapport de 43.2 pour cent entre le poids mort et le poids utile, soit moindre que $\frac{1}{2}$ à 1.

Le poids du véhicule rapporté à la tonne de marchandise transportée était 1.310 tonnes, c'est-à-dire que le poids mort par train était 167.153 tonnes, soit 33 wagons pesant 5 tonnes chacun ; or ils sont construits pour porter 10 tonnes, il y a donc seulement une moyenne de chargement utile de

3.86 tonnes, et ceci est le résultat dans les circonstances les plus favorables.

Si le trafic eût eu lieu sur la voie étroite, le résultat eût été :

Moyenne du poids des wagons et des marchandises, 193.598 tonnes, dont 127.598 tonnes seraient de poids payant, comme auparavant, donnant une proportion de poids utile de 65 pour cent, ou à peu près comme $\frac{2}{3}$ est à 1.

Le poids du wagon par tonne de marchandise transportée serait 0.51 tonne, c'est-à-dire que le poids mort par train serait de 66 tonnes, ou 33 wagons pesant 2 tonnes chacun, et construits pour 6 tonnes, mais ayant une moyenne de chargement de 3.86 tonnes chacun. L'économie de poids mort dans chaque train serait comme 66 est à 167, et ainsi pour les circonstances les plus défavorables à la voie étroite, le poids mort traîné sur le parcours total de 3,000,000 milles, serait seulement 35 pour cent de ce qu'il est pour la voie large. Les dépenses de traction du total du tonnage sont d'environ £2,250,000* et l'économie qui aurait été effectuée sur ce chapitre seulement, se serait élevée à £787,500,† si les marchandises eussent été transportées par la voie étroite au lieu de la voie large.

Toutes ces observations se rapportent aux deux paragraphes cités en dernier lieu du rapport de M. Seymour, et à ceux ci-après :

> *Paragraphes* 19 *à* 41.—"Si ces assertions sont correctes, et je ne doute pas qu'on les trouvera ainsi, il ne peut y avoir plus de valeur dans les seconde et quatrième propositions présentées par votre ingénieur en chef qu'il ne paraît en exister dans la première.
>
> "J'ai acquis quelque expérience dans la construction et l'équipement des voies avec les largeurs de 6 pieds (1m.83) et de 4 pieds 8½ pouces (1m.44), dont la différence est un peu plus grande que celle des deux largeurs de voie maintenant discutées ; néanmoins je ne suis pas préparé à dire, et je me garderai bien d'affirmer qu'il n'y a pas de différence dans leurs prix de premier établissement ;

* 57,500,000 francs. † Environ 2,000,000 de francs.

mais je dis le plus hautement possible que cette différence est très-considérablement exagérée, quoique non à dessein, par les partisans de la théorie extrême de la voie étroite.

" Quand, en 1847, ce sujet était discuté devant la Compagnie de New-York et de l'Erie, relativement au changement proposé de la largeur de 6 pieds (1m.83) en celle de 4 pieds 8½ pouces (1m.44), je sais que la question de dépense première de construction n'entra pas très-largement en ligne de compte ; je me rappelle qu'il fut admis par les partisans respectifs de chaque largeur de voie qu'il ne pouvait y avoir moins de 5 et plus de 10 pour cent en faveur de la voie étroite.

" La troisième raison donnée par votre ingénieur en chef, semble n'avoir que peu, pour ne pas dire point d'application à son argumentation en faveur de la voie étroite contre la voie large. Elle paraît plutôt introduite dans le but de montrer ou d'affirmer qu'un train sur la voie étroite peut atteindre autant de vitesse que celle que l'on atteint sur les chemins de première classe. Quand il admet que la vitesse de 35 à 45 milles* à l'heure peut être atteinte sans danger, je le crois dans l'erreur, parce que je ne crois pas qu'on puisse adopter un tel degré de vitesse avec parfaite sûreté sur aucun chemin de n'importe quelle largeur de voie.

" Avec la voie en parfait état et des voitures de largeur et de hauteur bien proportionnées, JE NE VOIS PAS POURQUOI UNE MACHINE DE FORCE SUFFISANTE NE REMORQUERAIT PAS UN TRAIN AVEC AUTANT DE VITESSE ET DE SÉCURITÉ SUR UNE VOIE ÉTROITE QUE SUR UNE VOIE LARGE ; quoique je pense qu'il soit généralement admis que dans les conditions ordinaires de nos routes et de notre matériel roulant, une voie large est la plus sûre pour de grandes vitesses.

" La cinquième et dernière raison de votre ingénieur en chef est le *grand argument* généralement employé par les partisans de la théorie de la voie étroite. Cependant je la crois la plus faible, et si des expériences pouvaient se faire, cet argument serait le plus aisément détruit de tous ceux qui ont été avancés en sa faveur.

" Mais la grande difficulté ici est d'appliquer l'expérience convenable. Si nous pouvions trouver deux routes parallèles construites avec longueurs, rampes, courbes égales, mais de différente largeur, et que nous puissions obtenir un même nombre donné de

* 56 à 72 kilom. à l'heure.

voyageurs et de marchandises de même espèce à transporter sur chacune d'elles dans un temps donné; de plus si l'on nous permettait de faire des essais sur le mode d'exploitation le plus économique, le problème serait résolu sans doute possible.

"D'un autre côté, si une ligne principale avait été construite selon la largeur recommandée par votre ingénieur en chef, et eût servi à un trafic mixte de marchandises et de voyageurs pendant nombre d'années ; si les résultats pouvaient être comparés à ceux d'une autre ligne semblable ayant la largeur ordinaire, et dont le chiffre et le mode d'affaires seraient identiques, nous pourrions alors fournir des données qui serviraient de base à une discussion.

"Mais comme nous n'avons aucun de ces exemples devant nous, chacun a le droit de former ses opinions d'après son propre point de vue, de les soutenir de la manière et pour l'objet qui lui conviennent, et sans crainte, en apparence, d'être contredit avec succès.

"On observera que toute l'argumentation est purement spéculative et qu'elle est basée sur de pures suppositions au lieu de l'être sur des faits dont l'existence soit reconnue.

"Votre ingénieur en chef suppose, comme sa cinquième et dernière raison, que la proportion du poids mort au poids utile, est $\frac{47}{100}$ sur la ligne de 3 pieds 6 pouces (1m.06), et que la même proportion pour la voie de 4 pieds 8½ pouces est $\frac{75}{100}$, faisant une différence de $\frac{28}{100}$ en faveur de la voie étroite.

"A un autre moment il suppose que les proportions du poids mort au poids payant sont 100, sur la ligne de 4 pieds 8½ pouces (1m.44); sur celle de 3 pieds 6 pouces (1m.06), 48, et sur celle de 3 pieds (0m.91), 56.

"Il dit aussi: 'Dans les calculs ci-dessus j'ai supposé pour la voie de 4 pieds 8½ pouces *le wagon fermé actuellement en usage ;* pour la voie de 3 pieds 6 pouces *le wagon fermé tel qu'il est projeté dans ce rapport ;* pour la voie de 3 pieds *le wagon fermé tel qu'on le construit* aux ateliers des voitures de Wilmington, *pour la ligne de Denver et de Rio-Grande.*' J'ai mis en italiques les portions des citations ci-dessus, sur lesquelles je désire spécialement appeler l'attention; et je ferai seulement remarquer que '*le wagon fermé en usage actuel*' a été parfaitement éprouvé et cela pendant beaucoup d'années, et on a trouvé qu'il répondait admirablement bien à l'attente; *le wagon fermé*

projeté dans le rapport existe seulement en théorie et sur papier, et le *wagon fermé construit pour la voie de Denver et Rio-Grande*, si toutefois il le fut, n'a jamais été suffisamment employé pour essayer sa force ou sa durée.

"Les gares terminus du Chemin central de l'Etat de New-York et de l'Erie, ne sont pas loin de votre bureau. La différence entre leurs voies est plus grande que celle des voies de 3 pieds 6 pouces et de 4 pieds 8½ pouces. Le trafic est en général le même, et il faut supposer que leur matériel roulant a été construit comme poids et dimensions, en rapport avec la largeur de leurs voies respectives. Je me permettrai donc de demander s'il n'aurait pas valu autant pour votre ingénieur en chef avoir obtenu, de ces sources, des faits avérés sur lesquels il pourrait baser ses arguments, au lieu de le faire entièrement sur de simples suppositions.

Paragraphes 33 *à* 41.—"Mais comme il n'a pas agi ainsi, et ne donne aucune raison pour cette différence apparente entre le poids mort et le poids payant sur les voies différentes, je lui demanderai pourquoi cette proportion est-elle nécessairement plus grande sur la voie de 4 pieds 8½ pouces et moindre sur la voie de 3 pieds qu'elle ne l'est sur celle de 3 pieds 6 pouces? Un des partisans nombreux de cette théorie de voie étroite, ou bien lui-même, entreprendra-t-il de démontrer pourquoi une plateforme de 10 pieds carrés capable de porter un maximum donné de poids, serait-elle nécessairement *de plus* du double en poids et en force qu'une autre de 10 pieds de longueur et de 5 pieds de large, capable de porter juste une fois et demi le même maximum de poids? En outre si un truck ordinaire à 4 roues, de bonne proportion avec la grandeur et le poids des plateformes respectives chargées, devait être placé sous chaque plateforme, pourquoi faudrait-il nécessairement une force deux fois plus grande pour mouvoir la plus grande qu'il n'en faut pour la plus petite plateforme?

"On peut considérer ces questions comme oiseuses et de peu d'importance, et cependant malgré leur simplicité, je me trompe fort si elles n'atteignent et ne détruisent pas les fondements de cette théorie de voie étroite, en tant qu'il est question de ce grand argument *de poids mort.*

"Dans l'absence d'expériences actuelles ou d'autres démonstrations, je hasarderai l'opinion que la plus grande plateforme, si on la construit de force égale et proportionnée aura, deux fois *moins*

de poids que la plus petite, et qu'une force deux fois *moindre* la mettra en mouvement.

" Si mon idée a quelque chance d'être correcte, pourquoi ne pas faire alors un essai si simple et si peu coûteux, au lieu de dépenser des millions de dollars, pour ce qui peut être regardé comme une théorie très-incertaine. L'essai peut se faire à tout moment, sur une route et une voie quelconques, en tenant compte de la petite quantité de longueur non nécessaire et de l'excédant de grosseur des essieux mis sous la petite plateforme ; et les plateformes d'essai devront être de la dimension relative convenable pour fournir la superficie ainsi que les fusées demandées pour leur largeur de voie respective.

" Cette simple expérience déciderait selon moi toute la question, par cela même que ces plateformes expérimentales et ces trucks soutiennent tout le poids superposé et le transmettent directement à l'infrastructure, soit que ce poids consiste en une longueur additionnelle de plateforme, ou dans la superstructure du wagon, soit qu'il consiste en un chargement utile, ou en voyageurs.

" Je maintiens que le wagon plat à double truck, ou plateforme, est seulement la représentation d'une série de plateformes convenablement attelées ensemble, et consolidées au milieu par une tige de tension en fer ; et que le wagon fermé, les voitures à voyageurs et les salons, sont seulement ces plateformes et leurs extensions, recouvertes d'une manière appropriée à leur emploi respectif. Il me paraît évident que cette superstructure au-dessus de la plateforme qui renferme l'espace nécessaire pour protéger le chargement, ne doit pas être plus lourde sur la voie plus large, que la proportion justement due à un tonnage plus élevé, ou a un nombre de voyageurs plus grand à abriter. S'il existe des doutes sur ce point, la chose peut facilement s'arranger en étendant la partie de l'essai proposé avec les plateformes de manière à comprendre des wagons couverts et des voitures à voyageurs de la longueur, largeur, et hauteur proposées pour les largeurs de voies respectives.

" Mais, admettant pour le moment que tous les avantages en faveur de la voie de 3 pieds 6 pouces sont ou paraissent être justement dus à cette voie, je maintiendrais encore qu'à l'exception d'une légere addition sur la voie large pour dépenses additionnelles de construction, on peut réaliser ces avantages avec

une économie et une sécurité plus grandes en employant le même type de matériel roulant sur la voie de 4 pieds 8½ pouces ; en outre ces avantages, s'ils se réalisaient sur la voie plus large, balanceraient et de beaucoup les frais additionnels de construction.

" Nous avons montré que la dépense additionnelle de construction pour la voie la plus large, est très-faible, et n'excéderait probablement pas 5 ou 10 pour cent. Pour adapter le matériel roulant recommandé par votre ingénieur en chef à la plus large voie, il faudrait seulement rallonger les essieux de 1 pied 2½ pouces (0m.38) ; *le poids de cet excédant de longueur d'essieu et son prix sont, je le maintiens, les seuls points qui, dans un pareil arrangement, puissent à juste titre donner lieu à une augmentation* DE POIDS *ou de dépense.*"

Ayant déja démontré et clairement, selon moi, que les suggestions des paragraphes ci-dessus mentionnés sont tout-à-fait impraticables, et en réalité tendent seulement à montrer que le matériel roulant proposé par le général Buell est mieux adapté aux besoins du trafic que le matériel ordinaire de la voie large, je puis parler un peu des avantages que l'on peut obtenir d'après M. Seymour, par l'adoption du matériel de la voie étroite, pour une voie large.

Ces avantages sont : " 1° si l'on peut obtenir des avantages commerciaux par un échange de matériel avec des lignes reliées entre elles, vous seriez en état d'en profiter." Mais je trouve que M. Seymour est partisan du transbordement pour les lignes principales, car, pour prouver ce qu'il pose, il met en avant un argument du général D. C. McCallum, depuis plusieurs années chef d'exploitation du chemin de fer de New-York et de l'Erie. Le général McCallum dit : " Il a été aussi affirmé que *l'uniformité des voies* était nécessaire au transport économique des marchandises, et que l'abandon de l'uniformité conservée jusqu'ici entraînerait un surcroît de dépenses dans le chargement et déchargement des marchandises entre les chemins ayant des points de contact, mais dont les largeurs de voies sont différentes, parce qu'il leur

serait impossible pour cette raison d'échanger les voitures, la disparité limitant leur emploi à la ligne particulière pour laquelle chacune d'elles est adaptée.

" Quelque plausible que cet argument paraisse dès l'abord, il est néanmoins erroné quant aux résultats économiques indiqués, vu que pour le transbordement des marchandises des wagons d'une voie dans ceux d'une autre, aux points de jonction, les dépenses sont moindres que ne le seraient celles du retour à vide des wagons, ce qui est nécessaire dans les cas où les marchandises sont expédiées vers l'Est, la prépondérance du commerce étant grande de ce côté-là. On pourrait dire que la traction du 'poids mort' serait la même, soit que le chargement fût transporté par wagons appartenant à cette voie ou à une autre; mais tel n'est pas le cas, vu que les wagons appartenant à cette ligne peuvent être employés au transport des marchandises locales à leur retour, entre stations intermédiaires, de manière à être du moins chargés en partie. Tandis que dans l'autre cas les wagons devraient être promptement retournés à leurs propriétaires.

" Le système d'échange de wagons pour les lignes de peu de longueur est sans doute excellent; mais si on l'applique à des lignes courtes joignant de longues sections, on trouvera que le profit s'obtient aux dépens de ces dernières, vu que dans les arrangements entre les deux, le payement par mille pour l'usage des wagons sera toujours en faveur des lignes de peu de longueur. Les longues sections sont, par ce système, souvent forcées de payer pour le louage d'un matériel roulant de construction inférieure.

" Le leur en attendant n'étant peut être pas utilisé, il leur faut aussi dépenser de fortes sommes pour la réparation de ces wagons, vu qu'ils passent souvent d'une ligne sur une autre dans un état tellement déplorable qu'il faut les désaccoupler du train avant leur arrivée à destination, et il est souvent alors nécessaire de transborder les marchandises à certaines places

où il est non seulement incommode, mais encore coûteux de le faire. Telle a été l'expérience donnée par notre ligne, et nos comptes prouvent *qu'il a coûté à la compagnie près du double par mille pour la réparation des wagons appartenant à d'autres lignes qu'il n'en a coûté pour son propre matériel.* On a trouvé ces objections si sérieuses qu'il a été jugé nécessaire de discontinuer presque entièrement le système d'échange du matériel, bien que les lignes se rattachant à la notre fussent construites avec la même largeur de voie, en vue de ce but spécial.

"Quels que soient les avantages réclamés pour ce système dans son application à des tronçons courts formant la même ligne, ou à des embranchements se reliant à un tronc principal, je ne doute nullement qu'on ne puisse clairement prouver que pour les compagnies en possession du dernier, il n'y a rien à gagner, mais beaucoup à perdre, par un tel arrangement; et j'ose croire que l'expérience des directeurs de voies ferrées corroborera ma remarque qu'une voie de 500 milles de longueur avec une largeur de voie différente de celle de toute ligne indépendante qui s'y relie, jouit sous ce rapport d'une position très-enviable.

"Un état fidèle des dépenses du chargement et du déchargement fut dressé à la gare de Dunkirk, duquel état il ressort que la dépense est de 7 CENTS ENVIRON PAR TONNE; c'est une somme de beaucoup inférieure à celle du remorquage d'un excès de poids mort, de la réparation des wagons, de la détérioration de la machinerie, produites par l'échange des wagons."

Sans favoriser des opinions qui méritent de l'être, je puis montrer que les frais du transbordement de la marchandise, nécessités par le changement de largeur de voie, sont très-minimes, quoique je croie que tous les ennemis de la voie large (à l'honorable exception de M. Seymour) se soient appesantis sur ce point; ils se sont toujours efforcés de prouver que

la dépense de transbordement des marchandises ferait plus que contrebalancer par elle-même tous les autres avantages de la voie étroite. Ces partisans à la vue pénétrante, oublient qu'il n'existe pas de trafic sans transbordement, et cela accompagné des plus défavorables conditions ; en effet les marchandises transportées à la gare par des camions traînés par des chevaux, ne sauraient être chargées sur la voie ferrée aussi rapidement et à aussi bon marché qu'elles peuvent l'être d'un train dans un autre qui est à côté. La grande expérience acquise sur ce point prouve bien ce fait, non seulement par la pratique journalière du transbordement de marchandises, du camion dans les véhicules du chemin de fer à toutes nos grandes gares, mais encore sur toutes les lignes à voie étroite actuellement en activité.

Ainsi sur la ligne d'Anvers à Gand, le maximum de prix du transbordement est 3.11d. (fr. 0.42) par tonne ; sur une autre voie étroite belge c'est 1.5d. (fr. 0.15) par tonne ; on a trouvé que c'était 7 cents sur la ligne de New-York et d'Erie, en Suède 2d. (fr.0.20) par tonne, et un prix égal sur la ligne de Montepone ; M. Nördling a démontré que pour une ligne d'un trafic très-modéré il y a une économie marquée dans le transbordement quand la ligne a 2 milles de longueur (3 kilom. 2), l'économie s'accroissant rapidement en raison de l'augmentation de la longueur de la ligne et du montant du trafic. Mais M. Seymour et moi sommes si bien d'accord au sujet du transbordement que j'y fais allusion pour le profit de tous ceux qui pourraient être influencés par l'objection basée sur ce point.

Le second avantage allégué par M. Seymour est celui-ci : " Un train, comme un wagon, peut être traîné beaucoup plus facilement avec des roues de grand diamètre que sur roues d'un petit diamètre. La grande largeur de voie admet un diamètre de roues beaucoup plus grand, sous son matériel roulant *ordinaire*, que ne peut l'admettre la voie étroite ; toutefois, même avec la réduction proposée de hauteur

de voiture sur la voie large, les roues pourront être faites tellement plus grandes qu'on obtiendra une grande économie de force." J'avouerai mon incapacité à comprendre "cet avantage." M. Seymour veut-il dire qu'il se propose de faire un changement complet dans le matériel roulant américain, et de substituer des roues de grand diamètre à celle de 30 pouces (0m.75) généralement employées dans les États-Unis? Il veut dire cela, je présume, puisque M. Pihl se sert de roues de cette même grandeur pour les chemins de fer norwégiens;* toutefois le mot, "matériel roulant *ordinaire*" nous conduirait à supposer qu'il désire donner à entendre que les roues du matériel roulant américain sont plus grandes que celles qu'on pourrait obtenir sur la voie de 3 pieds 6 pouces (1m.06). Je crois à la vérité que les roues du chemin de fer de Denver et de Rio-Grande ont seulement 24 pouces (0m.61) de diamètre, dans le but de tenir le matériel roulant aussi près que possible des rails; et les voitures à voyageurs de Denver ayant 10 pieds 6 pouces (3m.20) de hauteur, à quelle "réduction de hauteur proposée" M. Seymour fait-il allusion, et combien de diamètre en plus donnerait-il à ses roues, dans un cas ou dans l'autre? La seule supposition qu'il me soit permis de faire, c'est qu'une personne comme M. Seymour, exclusivement guidée par les précédents établis, n'a voulu proposer aucun changement radical; voudrait-il s'abaisser à considérer quelque chose existant seulement "en théorie et sur le papier," et aurait-il voulu dire qu'on effectuerait une économie importante en remorquant une voiture montée sur des roues de 30 pouces (0m.75), mises au lieu et place de roues de 24 pouces (0m.60),—nous pouvons facilement nous rendre un compte exact du chiffre de cette économie.

Sur une ligne droite et de niveau la résistance normale des wagons est composée de deux éléments:

1° Les frottements des roues;

* Mes véhicules pour voie de 3 p. (0m.91) ont des roues de 0m.76 de diamètre.

2° La résistance de l'air.

Pour la petite vitesse on peut négliger le second cas et considérer la résistance comme due seulement à la résistance de friction, ce qui sera exprimé par la formule suivante bien connue

$$R = (p + p') f' + \left(p \times f'' \times \frac{d}{D}\right)$$

Dans laquelle :

p = poids du wagon sans roues ;

p' = poids des roues ;

d = diamètre des fusées des essieux ;

D = diamètre des roues ;

f' = coefficient de résistance au roulement des roues ;

f'' = coefficient de résistance au roulement des fusées des essieux, dans leurs boîtes à graisse.

Le coefficient $f' = 0.001$ selon Wood, et selon les expériences de Vuillemin, Guébhard et Dieudonné, la résistance d'un wagon marchant avec une vitesse de 0.62 à 3.1 mille par heure = 2.464 livres par tonne (de 2.240 livres) ; c'est presque celle donnée par M. Wood. Le coefficient $f'' = 0.018$ pour boîtes alimentées à l'huile. (Avec la graisse, $f'' = 0.032$).

Pour le matériel de Denver et de Rio-Grande,

p = 11,620 livres

p' = 3,380 „

d = 3.25 pouces ($0^m.081$)

D = 24 „ ($0^m.60$)

Alors $R = 15{,}000 \times 0.001 + \left(11{,}620 \times 0.018 \times \frac{3.25}{24}\right) = 43.32.$

Les roues de 24 pouces du matériel de Denver pèseraient 335 livres (165 kil.) chacune, et le poids des roues de 30 pouces serait de 440 livres (220 kil.). (Tel est, je le crois, le poids des roues modèles de fonte, employées dans les États-Unis.) La différence de poids au désavantage des huit roues plus grandes serait de 840 livres (420 kil.), l'augmentation de poids des essieux (supposant les mêmes sections dans chaque

cas) serait de 224 livres (112 kil.). Ajoutons à ceci l'augmentation de poids due à la voie large, dans le châssis du truck mobile, et qui serait égale au moins à 1,000 livres (500 kil.), l'accroissement de poids mort du matériel proposé par M. Seymour serait au moins d'une tonne. Nous aurions ainsi :

p = 12,620 livres
p' = 4,380 „
d = 3.25 pouces (o^m.081)
D = 30 „ (o^m.75)

Alors $R = 17{,}000 \times 0.001 + \left(12{,}620 \times 0.018 \times \frac{3.25}{30}\right) = 41.60.$

Ces résistances s'appliquent à de petites vitesses ; mais ce calcul est le même pour une vitesse quelconque, comme on le verra par la table suivante des résistances, formée par MM. Vuillemin, Guébhard et Dieudonné :

Vitesse en milles par heure.	Coefficient de résistance par tonne (2,240 livres.)
21.7 - - - -	17.024
15.5 à 18.6 - - - -	14.112
12.4 „ 15.5 - - - -	12.096
9.3 „ 12.4 - - - -	9.632
6.2 „ 9.3 - - - -	7.616
3.1 „ 6.2 - - - -	5.6
0.62 „ 3.1 - - - -	4.48
au démarrage - - - -	19.488

Cette " économie très-importante " se réduit seulement à 4 pour cent des résistances totales à petite vitesse ; or à mesure que les vitesses augmentent la part du frottement de roulement diminue, au point que, comme on peut le voir au moyen du tableau ci-dessus, et pour une vitesse très-modérée de 20 milles à l'heure, l'économie se réduit à $\frac{3}{4}$ pour cent.

Le véhicule ayant servi pour obtenir les résultats du tableau, était un wagon fermé, porté sur quatre roues, les essieux étant

graissés à l'huile; il pesait 12,100 livres. On voit par les chiffres ci-dessus que les résistances augmentent en raison directe de l'augmentation des vitesses initiales; si la vitesse initiale est doublée les résistances sont aussi presque doublées.

Le troisième avantage allégué par M. Seymour est celui-ci: "Ayant une plus grande base de voie, en proportion de la hauteur et de la largeur de vos voitures, les irrégularités dans la voie seront moins apparentes; et vous pourrez certainement lancer des trains à une aussi grande vitesse avec moins de danger, ou des trains de plus grande vitesse avec une égale sûreté que l'on ne pourrait le faire sur la voie étroite." Mais dans le paragraphe 24 nous trouvons que M. Seymour donne aussi comme son opinion: "qu'il n'y a aucune raison de croire qu'une machine d'une force suffisante ne traînera pas un train avec autant de vitesse et de sûreté sur une voie étroite que sur une voie large." Il démontre ainsi qu'il n'y a pas d'avantage spécial attaché à la modification qu'il propose.

Quatrième avantage: "La hauteur et la largeur du train étant inférieures à celles en usage général sur la voie large, il y aurait proportionnellement moins de résistance atmosphérique; on pourrait obtenir une plus grande vitesse avec la même force que vous n'en obtenez sur la voie ordinaire de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces."

Cinquième avantage: "On dégagerait ainsi toute la question, ou du moins la partie qui a trait à la voie large, de la charge énorme du *poids mort* en excès (qu'elle a jusqu'ici été forcée de porter, au dire de ses adversaires) parce que, d'après cet arrangement l'excès de poids serait réduit simplement au poids dû à la longueur en plus des essieux."

La proposition de M. Seymour de placer un matériel de voie étroite sur une voie large prouve clairement que les avantages que j'ai mis en avant pour la voie étroite sont indiscutables, au moins pour ce qui concerne le matériel roulant. En fait, il

admet tout ce que je souhaitais lui voir admettre, la réduction de poids mort et la construction de voitures, dont la grandeur sera bien adaptée aux charges qu'elles ont à porter ; et comme il a en outre déjà exprimé son opinion, qu'un parcours sûr à grande vitesse peut être obtenu également sur les deux différentes voies, il me semble qu'il est à son insu un chaud partisan de la voie étroite ; autrement comment aurait-il pu m'aider à prouver mes dires aussi bien qu'il l'a fait ?

Je puis en peu de mots terminer cette question de matériel de voie étroite monté sur des châssis bons pour la voie large. En l'adoptant on ne gagnerait rien, et l'on perdrait beaucoup. Selon sa déclaration, M. Seymour ne gagne rien ni en sûreté ni en puissance, tandis qu'il perd considérablement dans les dépenses premières de construction de sa ligne, comme nous l'avons prouvé ; il a augmenté son poids mort, et demande de plus pesantes et plus puissantes machines pour faire un même travail donné qui peut être mieux fait sur la voie étroite. Il réfute le grand argument tiré du transbordement évité, en montrant que ce n'est qu'un simple sophisme. Mais quand bien même tous les autres points seraient également avantageux, il est évident que la grande économie dans les dépenses de construction est suffisante pour détruire la proposition de M. Seymour.

Paragraphes 42 à 44.—" En l'absence d'autres raisons, je pense que celles déjà données justifieraient pleinement les frais de la très-petite proportion de dépense additionnelle, et aussi la traction du très-petit montant de *poids mort* que cet arrangement entraînerait.

Je n'ai pas jugé important de m'appesantir sur la partie du rapport de votre ingénieur en chef dans laquelle il compare la voie de 3 pieds 6 pouces avec celle de 3 pieds. Je n'ai pas fait attention non plus à ses conclusions, à ses chiffres et ses explications concernant la grandeur, le poids et les proportions de machines, voitures, rails en fer, etc., ou concernant le centre de gravité, angle de stabilité, lois de l'équilibre, etc. La raison est

que je préfère que les partisans de ces théories de voies étroites de différentes largeurs arrangent tous ces détails entre eux ; en outre, si mes conclusions sont justes et les leurs erronées, quant aux principes généraux qui sont la base de toute la théorie de voie étroite, alors, ces détails sont relativement de peu d'importance.

"Je ferai cependant la remarque en passant, que si les comparaisons de votre ingénieur en chef entre les voies de 3 pieds 6 pouces et de 3 pieds sont bien fondées, elles tendraient beaucoup, non-seulement à affaiblir son argumentation contre la voie de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces, mais encore, si on pousse le raisonnement assez loin, à détruire le prestige de la petite voie du Festiniog (du pays de Galles)."

Dans ses études du matériel roulant pour les lignes norwégiennes, M. Carl Pihl adopta des proportions qui lui permettaient d'avoir le même angle de stabilité que celui obtenu sur les lignes ordinaires de la voie de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces.

L'angle compris entre les lignes menées du centre de gravité jusqu'aux rails pour un wagon ordinaire américain est plus petit que l'angle correspondant dans le matériel norwégien (voie de 3 p. 6 p.) pour lequel il varie de $40\frac{1}{2}°$ à $38\frac{1}{2}°$, suivant la position de la charge ; et ce résultat est obtenu avec des roues de 30 pouces ($0^m.75$).

Paragraphes 45 à 54.—"Votre ingénieur en chef a omis de faire valoir un des arguments en faveur des chemins de fer à voie étroite, qui est généralement avancé avec une grande obstination par les partisans de cette théorie, quoiqu'il soit entièrement d'accord avec eux sur le fait. Je fais allusion à l'avantage de la circulation facile dans les courbes. Il dit : 'J'admets que la voie de 3 pieds a un avantage pour tourner dans les courbes d'un petit rayon ; mais ceci n'est pas ici un argument, car quelle que soit la largeur de voie adoptée, je construirais la ligne aussi droite que possible, tout en faisant une juste part à la question d'économie.'

"Je me permettrai de faire observer que si la voie étroite possède l'avantage qu'on lui attribue sous ce rapport, c'est un argument très-puissant en sa faveur, par la raison que le maximum

de la charge qui peut être traînée sur un chemin de fer avec une force donnée, est déterminé autant par l'augmentation de résistance sur les courbes, que par l'accroissement de résistance sur ses rampes; par conséquent, si cette résistance sur les courbes est moindre sur la voie étroite que sur la voie large, celle-ci doit certainement bénéficier entièrement de cet argument.

"Mais je crois que cet argument, comme la plupart de ceux qui sont avancés à l'appui de la théorie de la voie étroite, est entièrement erroné.

"Il y a deux sortes de résistance, imposées par une courbe à une machine et à un train, qu'on n'éprouve pas sur une ligne droite. L'une est produite par le boudin de la roue frottant le rail extérieur en surmontant la tendance directe ou tangentielle du train, et l'autre c'est le glissement des roues sur un rail d'une longueur égale à la différence de longueur des deux files de rails pour toute la courbe.

"La résistance due au boudin frottant contre le rail est maximum sur des courbes du plus petit rayon, et diminue à mesure que le rayon augmente, par la raison que l'angle de pression diminue. Avec une ligne d'axe d'un rayon donné, il est évident que plus le rail extérieur de la courbe est éloigné de cette ligne centrale, plus le rayon de la courbe du rail sera grand, et par suite la résistance sera moindre en raison de la plus grande largeur de voie.

"Le montant de l'excès de force nécessité parfois pour vaincre la résistance causée par le glissement des roues (soutenant la moitié de la charge) peut être regardé comme le même sur les deux voies; toutefois l'espace de temps durant lequel (pour un degré de vitesse donné), cet excès de force doit être maintenu, est en proportion avec la différence de longueur des rails intérieurs et extérieurs de la courbe, et cette différence est naturellement un peu en faveur de la voie étroite.

"Pendant la discussion de la question de largeur de la voie devant la Compagnie de l'Erie, l'opinion de M. Robert Stephenson, donnée devant la commission parlementaire, fut citée par les partisans de la voie étroite, pour prouver que la résistance était plus grande sur les courbes de la voie large.

"La question suivante avait été posée à M. Stephenson: 'La friction latérale est-elle plus grande pour une voie que pour l'autre?'

"Réponse de M. Stephenson:—'Toute friction latérale doit être plus grande, car elle est produite par l'angle fait par la roue avec le rail, et celui-ci sera plus grand pour la voie large que pour la voie étroite.'

"On a répondu à cette proposition, et son erreur a été si bien démontrée par M. S. S. Post, qui remplissait les fonctions d'ingénieur et de directeur de la division de l'est de la ligne, que je prendrai la liberté d'annexer à ce rapport son argument pour votre instruction."

Les avantages de la voie étroite, quant aux courbes, sont aussi fortement accentués pour la construction dans les pays difficiles, que pour le service subséquent du trafic. La réduction de la base de roue des véhicules sur une voie étroite rend praticable l'emploi de courbes qui seraient inadmissibles sur la voie large. Or, l'adoption de courbes d'un petit rayon procure une réduction considérable dans la construction d'une ligne.

Je puis ajouter ici quelques mots à propos de l'effet des courbes sur la résistance des trains. Les résistances qu'ils offrent dépendent surtout de la nature du matériel roulant employé et dans un degré moindre, de l'élévation du rail extérieur et de la vitesse. Avec des courbes bien calculées, et un bon matériel roulant, un train devrait traverser une courbe sans résistance spéciale. La réunion des circonstances nécessaires pour produire le résultat désiré, se résume ainsi: 1°, les essieux devraient toujours être normaux à la courbe; 2°, les roues de chaque essieu devraient tourner indépendamment l'une de l'autre, ou bien, si toutes deux sont calées sur leur essieu, la roue extérieure devrait être agrandie en proportion avec le plus grand développement du rail extérieur; 3°, l'élévation du rail extérieur devrait être telle que l'inclinaison transversale de la ligne donne une composante intérieure capable de contrebalancer la force centrifuge à toute vitesse donnée. La force centrifuge, par rapport au poids d'un corps se mouvant sur un chemin circulaire, est $= \frac{L\,v^2}{32\,r}$, formule dans laquelle,

L = charge.
v = vitesse en pieds par seconde.
r = rayon de la courbe en pieds.
32 = force accélératrice due à la gravité.

De telle sorte que si on avait une charge donnée se mouvant avec une vitesse donnée autour d'une courbe d'un certain rayon, et donnant une force centrifuge = $\frac{1}{10}$ L, l'inclinaison transversale de la route devrait être comme 1 : 10, de manière à donner une tendance correspondante à se rapprocher vers le centre de la courbe.

Si les susdites conditions pouvaient être remplies, le passage des courbes sur une voie quelconque n'offrirait pas plus de résistance que celle que l'on rencontre sur le parcours des lignes droites, mais ceci est évidemment impossible ; les essieux ne sont pas maintenus dans une direction normale à la courbe, c'est pourquoi les roues doivent glisser sur le chemin extérieur ou le plus long, et par réaction les boudins doivent frotter contre les rails ; d'un autre coté la surélévation ne peut convenir qu'à une certaine vitesse, si celle-ci est dépassée, on obtient un frottement des boudins sur le rail extérieur ; si on ne l'atteint pas, le frottement se fera contre le rail intérieur.

La longue et rigide base de roue inséparable du matériel ordinaire à 4 roues (avec le truck ou bogie le cas est changé) n'est nullement convenable pour traverser des courbes raides, et est en majeure partie la cause de la grande résistance dans les courbes ; comme les résistances dans la pratique diminuent en raison inverse du carré de la base des roues, il est évident que le matériel de la voie étroite possède un grand et incontestable avantage sur l'autre. Ainsi une voiture d'une base de roue de 12 pieds ($3^m.66$) exerce une pression sur les rails quatre fois plus grande que ne le ferait une autre d'une base de 6 pieds ($1^m.83$) parce que le sinus-verse de l'arc correspondant à de telles cordes que celles dont nous avons parlé, est dans la

pratique quatre fois celui qui correspond à une corde de 6 pieds sur la même courbe.

Quant à l'autre cause de résistance, le glissement des roues sur le rail extérieur, prenons le cas d'un train de 200 tonnes allant à une vitesse de 20 milles (32 kilom.) à l'heure, parcourant une courbe d'un rayon de 10 chaînes* et ayant pour longueur le huitième du cercle complet, la voie étant de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces, et le rail intérieur ayant une courbe de 10 chaînes. La différence en longueur des deux files de rail, pour une voie quelconque, et sur toute courbe, $= 3.141 \times 2G$ (G étant la largeur de la voie) pour un cercle complet. Dans notre hypothèse du cas d'une courbe d'un huitième de cercle, la longueur en excès du rail extérieur serait 3.7 p. ($1^{m}.08$), sur lequel les roues glisseraient en portant la moitié du poids du train. Prenant le coefficient de glissement égal à un cinquième, il y aurait 20 tonnes = 44,800 livres de résistance sur une longueur de 3.7 p., et donnant 165,760 livres de travail par pied parcouru ; mais la moyenne de la longueur de la courbe étant 520 pieds, le temps employé à la traverser à la vitesse indiquée, serait 20 secondes, et le travail excédant dépensé serait $\frac{165,760 \times 3}{33,000} = 15$ chevaux-vapeur. Sur une voie de 3 pieds 6 pouces la réduction en longueur du rail extérieur et du poids mort du train réduirait à près de moitié l'excédant de force requis. A mesure que le rayon des courbes diminue, les résistances augmentent, mais elles sont moins longues, et le temps employé à les traverser est aussi réduit, de sorte que l'augmentation de force n'est demandée que pour un laps de temps plus court ; la voie étroite offrant, comme nous l'avons vu, beaucoup moins de résistance due au glissement sur le rail extérieur, elle préserve par suite plus longtemps les roues et les rails ; le point le plus important à considérer est le minimum de rayon qui peut être adopté sur la voie étroite et sur la voie large ; on

* 200 mètres environ.

verra que la première offre un grand avantage sur la dernière. J'ai déja montré qu'il est impossible de réduire la base de roue du matériel roulant ordinaire aux dimensions permises par la voie étroite, et j'ai dit que les résistances de base de roue augmentent dans la pratique en raison du carré de la longueur de la base des roues. Il est alors évident que sous ce rapport la voie étroite se prête plus complètement aux conditions à remplir : et comme réduction de résistance est synonyme d'augmentation de durée des rails et du matériel roulant, je pense qu'il est évident que les petites courbes permises par la voie étroite ont un grand avantage.

Paragraphes 55 à 65.—"Je vous ai ainsi donné en détail mon opinion relativement aux recommandations du général Buell, votre ingénieur en chef, contenues dans son rapport, et je crains que ces opinions n'aient été parfois exprimées plus franchement que cela ne pourrait plaire soit à vous, soit à lui.

"Comme vous le savez, j'ai été élevé dans l'école de la voie large, ayant passé la première partie de ma vie professionnelle sur ce qui est maintenant le chemin de fer de l'Erie, ses embranchements et ses additions, et cela à l'époque où vous étiez alors un actif et très-distingué directeur de la même compagnie. Vous pouvez alors faire la part que vous jugez convenable pour mes anciens préjugés, dans tout ce que j'ai dit ou je puis dire à ce sujet. Je n'ai pas conscience cependant de m'être laissé aller à un sentiment de préjugé ni d'intérêt, mon seul désir étant d'arriver autant que possible à reconnaître la vérité.

"Vous m'avez fait l'honneur de me demander mon opinion écrite concernant la question suivante : 'Si un chemin de fer de première classe, présentant même vitesse, même confort pour les voyageurs, et même capacité pour les marchandises, que présentent les voies actuellement en usage général, peut être construit sur une voie étroite ; et, s'il en est ainsi, quelle voie recommanderiez vous ?'

"En discutant une question de cette importance on devrait se rappeler que l'adoption générale de la voie de 4 pieds 8½ pouces, dans ces pays-ci et en Europe, n'est pas le résultat du hasard ou de l'absence d'études et d'investigations sérieuses.

" Quand M. George Stephenson conçut la grande idée d'adapter la force de la vapeur au transport par voie ferrée, il est vrai que l'idée prédominante de son esprit pratique n'était pas tant l'établissement de la voie la plus utile et la plus économique que la substitution de la vapeur à la force des chevaux ; mais les lignes et les wagons sur lesquels on avait à appliquer cette nouvelle force motrice, avaient déjà été construits à la largeur de 4 pieds 8½ pouces ; une longue expérience avait prouvé que ces chemins étaient les meilleurs et les moins coûteux que l'on pût avoir pour l'emploi de la force des chevaux. M. Stephenson ne trouva pas de difficulté à adapter sa machine et sa puissance à cette voie ; il l'adopta et la recommanda pendant sa vie si longue et si féconde en événements. Elle devint bientôt la voie dominante en Angleterre, et comme les premières locomotives employées aux Etats-Unis furent construites en Angleterre, cette largeur de voie devint naturellement dominante dans ce pays-ci.

" Plus tard, la question de la largeur des voies fut l'objet d'une sérieuse investigation, en Angleterre, faite par une commission parlementaire devant laquelle M. Brunel et d'autres ingénieurs distingués recommandèrent une voie d'une plus grande largeur, pendant que M. Stephenson et autres défendirent la voie première de 4 pieds 8½ pouces, et cette voie fut à la fin approuvée par la commission.

" A une époque plus récente la question des voies fut discutée à fond par les ingénieurs les plus capables de ce pays-ci devant la Compagnie de New-York et de l'Erie ; cette compagnie, composée de quelques-uns des hommes les plus éclairés de ce pays, après avoir entendu les rapports les plus étendus sur ce sujet, donna son adhésion à la voie de 6 pieds qui avait déjà été adoptée.

" Une autre fois les chambres législatives de New-Jersey et de l'Ohio adoptèrent des lois fixant la largeur des voies ferrées dans leurs états respectifs à 4 pieds 10 pouces (1m.47) dans le dessein, on le suppose, d'empêcher un échange de matériel roulant entre leurs propres voies, et celles des états limitrophes. Cette restriction cependant, sinon abolie de fait, l'a été en pratique par l'adoption sur une grande échelle de l'expédient très-contestable, sinon dangereux, du large-bandage (broad-tread), ou roue de *compromis* (compromise-wheel), qui permet à la même voiture de parcourir les voies de 4 pieds 8½ pouces et de 4 pieds 10 pouces.

"Dans plusieurs états du sud et aussi au Canada, des voies de 5 pieds (1m.51) et de 5½ pieds (1m.68), ont été adoptées en général et avec succès pendant de longues années.

"La charte primitive de la compagnie du chemin de fer Union-Pacific statuait que le président des Etats-Unis donnerait sa décision sur la largeur de la voie. Etant alors occupé par le gouvernement à Washington, je fus prié par le secrétaire de l'intérieur de recommander une largeur de voie devant être adoptée par le président. En conséquence, je recommandais l'adoption de la largeur de 5 pieds (1m.51), qui fut approuvée. Le Congrès la modifia ensuite par une résolution spéciale en celle de 4 pieds 8½ pouces, l'argument en faveur de ce changement étant que toutes les voies de l'Est qui s'y reliaient étaient de cette dimension, et qu'il eût été fatal à l'entreprise de créer l'obligation d'un transbordement à la rivière du Missouri.

"En présence de tous ces faits, il faut avouer qu'une grande quantité de sérieuses réflexions et investigations, d'expérience et de législation, ont été consacrées à l'étude de ce sujet; mais jamais, en tant que cela est à ma connaissance, l'idée n'a été sérieusement énoncée de réduire la voie d'une ligne principale de chemin de fer, au-dessous de la limite de 4 pieds 8½ pouces, avant que la présente remise en question du sujet n'ait donné du relief à cette idée."

J'ai reproduit ces paragraphes plutôt parce qu'ils contiennent un ou deux faits intéressants dans l'histoire des voies ferrées, que pour leur connexité avec le sujet en discussion; mais je puis faire remarquer que l'assertion de M. Seymour, que M. George Stephenson "conçut le premier la grande idée d'adapter la vapeur aux transports par voie ferrée" est très-caractéristique, et fait voir qu'il est aussi peu soucieux des faits, qu'il est incorrect dans la plupart de ses déductions.

Paragraphes 66 à 71.—"Si cette théorie de voies très-étroites pour toutes classes de chemins de fer était démontrée bien fondée, il serait de notre devoir de faire des recherches et de voir si la même erreur radicale ne s'est pas glissée dans nos autres méthodes de locomotion, de transports, et les applications variées des forces

naturelles et mécaniques. Nos lourds chevaux de trait, nos chariots et camions pesants ne pourraient-ils pas être échangés avec profit contre un plus grand nombre de petits chevaux de Shetland, avec des voitures appropriées, peut être même contre quelque chose se rapprochant encore plus près de notre vélocipède à une seule voie. Peut-être nos canaux de l'Etat auraient-ils dû être faits plus étroits et non si larges. Les rues dans la partie la plus basse de notre cité ne devraient-elles pas être diminuées au lieu d'être agrandies en largeur ? Nos bâteaux à vapeur et nos voiliers n'auraient-ils pas dû conserver leurs dimensions primitives, au lieu de leurs énormes proportions actuelles ? Ne devrait-on pas construire cinq hôtels avec places pour cent personnes chacun, au lieu d'un seul pour cinq cents personnes ? En un mot, vingt machines stationnaires de la force de cinq chevaux ne devraient-elles pas être employées de préférence à une seule machine de cent chevaux, pour faire le même travail ?

" Il est important d'examiner à fond tous ces principes, et si l'on trouve que nous avons vécu durant le dernier demi-siècle dans une erreur et une illusion radicales, nous devons nous hâter de bannir cette illusion et de corriger cette erreur.

" Il est évident, selon moi, que toute cette question de largeur des voies de chemins de fer est devenue trop confuse par l'emploi des phrases techniques, des termes scientifiques et du clinquant des généralités. Dépouillée de ce fatras, c'est une simple question de jugement sain et de bon et fort sens commun.

" Tout fermier intelligent comprend qu'une charge de foin se renversera plus facilement qu'une charge de pierres, parce qu'elle est plus lourde par le haut, mais si vous lui parlez de centre de gravité, angle de stabilité, lois de l'équilibre, cela deviendra entièrement confus pour lui.

" Tout charretier intelligent sait qu'il peut transporter un nombre donné de tonnes à une distance donnée, à meilleur marché, sinon plus vite, avec l'aide d'un bon ou fort double attelage, et un camion convenable, et non en se servant, avec le même attelage, de deux chariots de la moitié de la contenance, soit attelés l'un derrière l'autre, soit en divisant son attelage et attelant un cheval à chacun des petits camions ; dans le cas des deux petits wagons l'un derrière l'autre, il aurait deux fois autant d'essieux à graisser et de frottement à vaincre, et de plus

une moitié de sa charge au moins est trop loin derrière son attelage pour être traînée facilement ; dans le cas des deux chevaux attelés aux deux petits camions, non seulement il a deux fois le nombre d'essieux, mais il a encore un charretier en plus à payer ; mais si vous lui jetez à la figure les arguments de poids mort et d'excédant de force, il y a dix à parier contre un qu'il ne pourra comprendre un mot de ce que vous direz.

"Et cependant les grands principes qui devraient présider à la construction et à l'exploitation des chemins de fer, sont simplement ceux-ci, ou d'autres, d'une application également pratique, et rien de plus."

Il y a peu de chose à dire sur ces paragraphes ; les suggestions étranges de M. Seymour de réduire les dimensions de nos rues, voitures, vaisseaux, hôtels, etc., sont en dehors de la question, et, en vérité, il doit s'étonner lui-même d'avoir suggéré le véritable changement, savoir : la réduction de la grandeur des voitures, qu'il ridiculise ensuite.

Et si son ami "l'intelligent charretier" avait une charge pour seulement la moitié de la capacité de son "fort et double attelage avec un camion bien approprié," et si quarante fois sur cinquante son "bon et fort double attelage avec un camion convenable" porte seulement de 25 à 50 pour cent de sa capacité, que ferait alors l'intelligent charretier ? Eh bien ! au bout de six mois, s'il avait échappé à la banqueroute, il aurait divisé son "double et fort attelage avec son camion convenable" en deux autres de capacité suffisante pour prendre la charge moyenne, quitte à employer son second camion dans le peu d'occasions où il aurait à prendre plus que la charge moyenne. M. Seymour suppose bien peu d'intelligence à son charretier s'il s'imagine qu'il fera marcher les deux camions plus petits, lorsque la charge est insuffisante pour un seul.

Paragraphes 72 à 111.—"Appliquant ces principes à la question des largeurs actuellement en discussion, et me servant d'une expérience étendue et variée, tant dans la construction que dans

la direction des chemins de fer, je suis forcé de conclure qu'une ligne de première classe ne peut-être construite et exploitée avec une voie de moins de 4 pieds 8½ pouces ; cette largeur s'adapte à un trafic grand ou varié, et réunira tous les éléments spécifiés dans la question posée par votre lettre, c'est-à-dire la vitesse, le confort des voyageurs, et la capacité de transport des marchandises, et cela avec autant de facilité et d'économie que sur toute voie de 4 pieds 8½ pouces, ou même plus large.

"Le sujet se divise naturellement, suivant moi, en plusieurs propositions générales comme il suit :

"1° Dépenses comparatives de construction.

"2° Facilité et économie comparatives d'emballage ou de chargement.

"3° Economie comparative de traction.

"4° Avantages comparatifs d'une largeur de voie commune à plusieurs lignes se reliant entre elles.

"Quant à la première proposition, j'admet que les avantages sont un peu en faveur de la voie étroite, mais sont loin d'atteindre le montant attribué par les partisans de la théorie de l'extrême voie étroite.

"Quant à la seconde proposition, j'affirme que les avantages sont si considérablement en faveur de la voie large, qu'ils l'emportent de beaucoup sur les frais additionnels de construction.

"Je pense que la largeur du matériel roulant adapté à la voie de 4 pieds 8½ pouces peut, si on fait une étude sérieuse et attentive de tous les détails, être construite à meilleur marché, et avec plus d'économie de poids, proportionnellement au confort et à la capacité admise, qu'un matériel roulant présentant les mêmes largeur relative, force, solidité, confort et capacité, pour la voie étroite: autant de vitesse, d'économie et de sûreté étant obtenues dans la marche.

"La comparaison qui est constamment faite, par les partisans de la théorie de la voie étroite, entre le poids et la capacité du matériel roulant requis pour leur voie favorite, et celui qu'on emploie en général sur les lignes à voie large, dans ce pays-ci et en Europe, est extrêmement injuste ; la raison est que les circonstances qui donnent le minimum de prix et de poids ont été admises pour leur propre voie ; chaque pouce d'espace est supposé être occupé *durant tout le parcours du poids payant ;* pendant que pour les voies plus larges, ils adoptent pour faire

leur comparaison un matériel mélangé dont ils relèvent strictement la dépense et le poids, employé à volonté soit pour le trafic local soit pour le transit, parfois à charge entière, parfois chargé en partie, parfois entièrement vide, selon la nature du trafic, ou les circonstances qui gouvernent le trafic du chemin.

"Ils semblent s'imaginer que toutes ces occurences seraient évitées sur la voie étroite, mêmes s'ils faisaient le même genre d'affaires.

"Mais que l'épreuve que j'ai suggérée plus haut soit appliquée à cette question, et je serai très-heureux d'en constater le résultat.

"Je suis tout porté à admettre qu'une grande quantité de poids mort et inutile, occasionnant un surcroît de frottement nuisible et désavantageux, est journellement remorquée sur nos lignes. J'espère aussi que la publicité donnée à ce sujet, en amènera l'amélioration, si rien de mieux ne sort de là. Au besoin je pourrais appuyer cette proposition en citant le poids énorme et inutile de quelques-unes de nos voitures à voyageurs, salons, wagons-lits, relativement au petit nombre de personnes qu'elles transportent. Beaucoup d'entre-eux sont aussi lourds que la machine qui les remorque, et souvent il faut les atteler tout contre la locomotive, afin de pouvoir les traîner.

"Il m'est difficile d'admettre que cet inconvénient doive être imputé à la largeur de la voie. Il résulte de la '*large voie*' où sont entrés les directeurs de quelques-unes de nos lignes, ainsi que des flatteurs du goût public, qui se sont interposés entre le public et les actionnaires constructeurs de la route, et qui donnent la possibilité de remorquer les voitures précitées. Cet inconvénient se présenterait aussi bien sur une petite voie que sur une autre."

Il me paraît inutile de discuter ces conclusions de M. Seymour, parce que je les ai déjà complètement réfutées, et j'espère avoir prouvé que les avantages de la voie étroite existent réellement avec toute l'importance que je leur ai assignée. Je prie de remarquer que je ne me suis pas placé dans les conditions spéciales et manquant de justesse dont se plaint M. Seymour : au contraire, j'ai supposé que les conditions du trafic étaient les mêmes dans les deux cas.

"Quant à la troisième proposition, relative à la comparaison de la dépense et de la puissance de locomotion sur les différentes largeurs de voies, je vous prierai de vous reporter, 1° pour les résultats actuels de la voie de 6 pieds, à l'extrait ci-annexé du rapport du général McCallum, sur la ligne de New-York et de l'Erie, et 2° pour les résultats actuels de la voie de 4 pieds 8½ pouces à un document que je dois à l'obligeance de M. H. Stanley Goodwin, directeur général adjoint de la ligne de la vallée de Lehigh, que l'on trouvera aussi dans l'appendice. Mais quant aux voies étroites, je suis malheureusement forcé de vous prier de vous borner aux résultats *de la théorie et des hypothèses*. Je ne les regarde pas comme revêtus d'assez d'autorité pour que je puisse garantir l'exactitude de la comparaison avec des résultats connus sur les voies plus larges, ou même pour justifier les conclusions qui pourraient être tirées d'une telle comparaison.

"Il ressort du rapport du général McCallum :

"1° Qu'une machine de 66,050 livres de poids total, ayant 40,050 livres sur les roues motrices, traîna un convoi de 100 véhicules chargés pesant 3,423,150 livres sur une distance de 1 mille, franchissant une hauteur de 6.14 pieds, et traversant une courbe de 5,730 pieds de rayon, et cela en 11½ minutes.

"2° Que la même machine tira un train de 22 voitures chargées pesant 753,082 livres pendant 1 mille, sur une rampe de 60½ pieds, et une courbe d'un rayon de 1,146 pieds, en 6½ minutes.

"3° Que la même machine traîna un convoi de 25 wagons chargés pesant 870,250 livres, l'espace de 1 mille, sur une rampe de 52 pieds par mille et une courbe de 1,146 pieds de rayon, et cela en 9 minutes.

"4° Que la même machine remorqua un train de 23 voitures chargées pesant 800,330 livres, l'espace de 1 mille, sur une rampe de 60 pieds et une courbe d'un rayon de 1,637 pieds, et cela en 5 minutes.

"5° Que la même machine avec 24 voitures chargées du poids de 821,544 livres parcourut l'espace de 1 mille sur une rampe de 60 pieds, sans courbes, en 5½ minutes.

"6° Que la même machine traîna le même convoi, le mille suivant, sur une rampe de 58 pieds et sur une courbe de 3½° par 100 pieds en 8½ minutes.

"Il ressort de la lettre de M. Goodwin :

"1 Que les machines en usage sur la voie de la vallée de Lehigh sont de deux espèces : 1° la machine à 10 roues pesant 76,400 à 78,000 livres, en feu, dont 61,600 à 63,000 livres sont sur les 6 roues motrices, et le reste sur l'avant-train ; 2° l'autre espèce de machine, appelée 'Consolidation,' pèse 86,000 livres, en feu, dont 76,000 reposent sur 8 roues du diamètre de 4 pieds.

"2° Que la moyenne de poids des wagons à marchandises en usage général sur cette route est de $3\frac{4}{10}$ tonnes chacun, et que la moyenne de charge utile qu'ils portent est $5\frac{4}{10}$ tonnes chacun, faisant un total de $8\frac{8}{10}$ tonnes de wagon et de charge."*

Mais cette charge utile est seulement portée dans une direction, le poids payant par mille parcouru par les wagons n'est donc pas de $5\frac{4}{10}$ tonnes, mais de $2\frac{7}{10}$ tonnes.

"3° Le trafic le plus pesant sur cette voie règne sur 46 milles où le chemin est soit uni, soit en pente de 20 pieds par mille ; on trouve sur cette portion plusieurs courbes de 955 pieds de rayon.

"4° Sur cette section une même machine peut traîner aussi facilement le même nombre de wagons chargés dans un sens que de wagons vides au retour.

"5° Ce nombre est en moyenne, quant il fait beau, 150 wagons pour les machines à 10 roues, et parfois 200.

"6° Les machines du type 'Consolidation' ont remorqué 250 wagons sur la même route et pourraient probablement en traîner plus de 300, sans atteindre la limite de puissance des machines.

"7° Sur 12 milles d'une autre partie de la ligne, il existe une inclinaison de 96 pieds par mille, avec des courbes d'un rayon de 955 pieds ; sur cette rampe les machines à 10 roues traînent 22 véhicules chargés, pesant 194 tonnes, et les machines type 'Consolidation,' traînent 33 véhicules chargés pesant 290 tonnes.

"8° Sur une rampe de 146 pieds par mille et de 2 milles de longueur, les machines à 10 roues remorquent 37 voitures vides, du poids de 122 tonnes, et les machines 'Consolidation' traînent 55 voitures vides du poids de 182 tonnes.

"Le résumé synoptique ci-dessus contient peut-être tous les renseignements nécessaires pour établir une comparaison entre

* Notez ici la différence entre les *faits* et les *allégations*.

la dépense relative de traction sur les voies de 6 pieds et sur celles de 4 pieds 8½ pouces, et aussi pour en déduire logiquement une comparaison entre la voie de 4 pieds 8½ pouces et les voies plus étroites."

Les informations contenues dans ces paragraphes sont certainement intéressantes, mais seulement comme donnant des détails sur la force de certaines machines aux Etats-Unis, et rien de plus.

"Mais je laisserai les partisans de la théorie de la voie étroite faire une pareille comparaison, et je terminerai par une simple remarque : tant que cette comparaison ne donnera pas un résultat satisfaisant, ou tant que d'autres preuves pratiques de même genre ne seront pas venues mettre en évidence, d'une façon hors de doute, la supériorité des chemins à voie étroite, soit au point de vue de la traction, soit sous d'autres rapports, il ne faut pas montrer une si grande foi dans le succès de la voie étroite, ni croire qu'elle se substituera à une voie qui a rendu depuis tant de temps des services si satisfaisants.

"Quant à la quatrième proposition, relative à la continuité de jonction des lignes, ceci est plutôt une question commerciale que technique ; je n'en parlerai pas avec autant d'assurance, quoique maintenant et en tout temps je recommanderais probablement la voie de 4 pieds 8½ pouces comme la voie type de ce pays. Je n'ai cependant jamais été partisan de l'égalité de largeur des voies des embranchements se reliant au chemin de fer principal, simplement pour éviter la nécessité du changement de voitures et du transbordement de la marchandise.

"Je pense que le grand dommage et les inconvénients résultant d'un échange de véhicules sur des milliers de milles, de lignes souvent hostiles ou rivales, contrebalancent souvent le profit (ou les dividendes des actionnaires) qui peuvent en résulter ; toutefois à cette règle comme à toutes les autres, il y a aussi des exceptions. Si l'on pouvait connaître la vérité, on trouverait probablement que la manie actuelle d'uniformisation et de consolidation, est plutôt le résultat des désirs de certains directeurs ambitieux, voulant écraser les lignes rivales par l'établissement d'agencements ou combinaisons qui les distancent, que le besoin de faire des économies dans les frais de transport, motif généralement donné.

" Considérant que l'opinion d'un directeur pratique de chemin de fer, très-distingué et d'une bien plus grande expérience que moi sur ce sujet, doit avoir un bien plus grand poids que tout ce que je pourrais avancer, je joins en appendice un extrait d'un rapport très-remarquable fait en 1856, à la Compagnie du New-York et de l'Erie par le général D. C. McCallum, alors directeur de ce chemin ; il a été depuis lors, pendant la guerre de la sécession, directeur général de tous les chemins de fer militaires aux États-Unis ; le même rapport contient des faits importants et des arguments relatifs au sujet que nous considérons, à la puissance de traction, à l'économie comparée des transports sur différentes voies, et à l'effet que la largeur de la voie peut avoir sur le trafic possible ; par suite, je prendrai aussi la liberté d'en présenter ici des extraits pour votre propre édification."

Je m'associe entièrement à M. Seymour pour les remarques ci-dessus.

" Ayant exprimé une opinion si accentuée contre *toutes* les voies d'une largeur inférieure à celle de 4 pieds 8½ pouces, on regardera probablement comme plus qu'inutile de ma part de répondre à la conclusion de votre question, savoir : *'s'il en est ainsi, quelle largeur recommanderiez-vous ?'*

" J'espère cependant que l'on me permettra d'exposer les raisons qui m'avaient conduit à recommander la voie de 5 pieds (1m.52) pour la ligne de l'Union du Pacifique et ses branches.

" Je croyais alors et crois à présent que l'expérience a démontré que la largeur du matériel en usage sur la voie de 4 pieds 8½ pouces n'est pas encore assez large pour donner aux voyageurs le confort nécessaire, ni pour accorder un bon arrimage pour la moyenne des catégories dominantes de marchandises transportées sur les lignes principales de ce pays. Je crois aussi qu'on a trouvé la voie de 4 pieds 8½ pouces trop étroite et ne donnant pas la base de roues suffisante pour un large matériel roulant, circulant avec économie et sûreté, surtout à de grandes vitesses, sur nos lignes un peu imparfaites et inégales.

" Cette disproportion entre les largeurs de voies et le matériel roulant est résultée sans doute d'un effort de la part des directeurs de la voie de 4 pieds 8½ pouces, pour atteindre autant que possible

la largeur de wagons à voyageurs et à marchandises en usage sur les voies plus larges, de 5½ pieds et de 6 pieds : ils ont pu ainsi procurer (jusqu'à un certain point) le même confort aux voyageurs et le même espace pour les marchandises, que sur ces voies plus larges. Ils ont ainsi, je le pense, dépassé un peu les limites de sûreté, sinon de stricte économie, et alors une voie de 5 pieds établie pour supporter le même matériel roulant, rectifierait jusqu'à un certain point cette erreur. C'est pourquoi, comme je croyais alors que la grande ligne par excellence s'étendant du Missouri à l'Océan Pacific serait sans rivale pour plusieurs années du moins, qu'elle pourrait supporter parfaitement d'avoir son propre matériel, et que de plus les autres lignes du Pacifique, après la construction, suivraient probablement son exemple, je n'hésitais nullement à recommander la voie de 5 pieds.

" Ce qui précède doit être regardé seulement comme une démonstration basée sur des principes généraux, du mauvais côté de la théorie de la voie étroite poussée à l'extrême, et appliquée à toutes les lignes principales de ce pays-ci.

" Quand ces principes sont appliqués surtout à la ligne proposée du Texas-Pacific, je pense qu'on trouvera qu'il possèdent une force toute particulière.

" Votre ligne après son achèvement viendra nécessairement en concurrence directe pour le grand trafic trans-continental, avec les lignes Central, Union et Kansas-Pacific, qui sont déjà construites, et qui, avec leurs nombreux raccordements à l'est du Missouri, forment un chemin de fer continu de la côte du Pacifique depuis San-Francisco, jusqu'aux grands ports de commerce situés le long de l'Atlantique.

" La ligne Northern-Pacific est maintenant en construction depuis Puget Sound, sur l'Océan Pacifique, jusqu'à nos grands lacs intérieurs, et de là elle est reliée à la côte de l'Atlantique par de nombreuses voies de raccordements ; c'est pourquoi elle deviendra bientôt une autre rivale formidable pour cet immense trafic.

" La ligne Canada-Pacific sera probablement bientôt construite, et formera une voie continue de Puget Sound jusqu'à la tête de la navigation à vapeur de fort tonnage sur le fleuve St-Laurent, à Québec, formant ainsi une autre rivale pour le trafic vers le continent.

" Ces grandes lignes rivales auront une voie continue de 4 pieds 8½ pouces dans toute leur longueur de l'un à l'autre Océan.

"Je regarderais donc comme indiscutable l'argument commercial qui existe en faveur d'une voie non discontinue, tout au moins d'égale largeur, pour la ligne du Pacific-Texas, s'étendant comme il le fera, de San-Diégo sur le Pacifique jusqu'au Mississipi, et par suite, réunissant au moyen de ses embranchements l'Est et l'Atlantique : et cela, non par la raison qu'on peut s'appuyer sur des principes strictement scientifiques et abstraits, mais par la raison plus pratique que cette théorie de communauté possible des voies, aussi bien que du matériel roulant, est devenue la mode populaire et invariable de ce pays, quant à nos grandes lignes concurrentes; et comme telle, elle est vue favorablement non-seulement par ceux qui donnent le capital pour construire ces lignes, mais par ceux qui s'occupent de leur exploitation après leur construction.

"Donc, si la construction de votre voie était entreprise sur une largeur inférieure qui amènerait nécessairement un transbordement à la jonction de tous les embranchements situés à l'est du Mississipi, je craindrais beaucoup de voir chez les capitalistes une grande hésitation à donner les fonds requis pour la construction ; et si on réussit à construire, le public et les grands interêts d'affrêtements du pays pourraient bien se prononcer fortement contre de telles lignes.

"Je vous remercie de la confiance que vous m'avez temoignée en me demandant mon opinion sur un sujet aussi important, et j'espère que les vues que j'ai exprimées pourront vous aider, jusqu'à un certain point, à arriver à une solution juste pour un point auquel se rattache si intimement le succès définitif de votre grande entreprise.

"J'ai l'honneur d'être

"Votre respectueux serviteur,

"SILAS SEYMOUR."

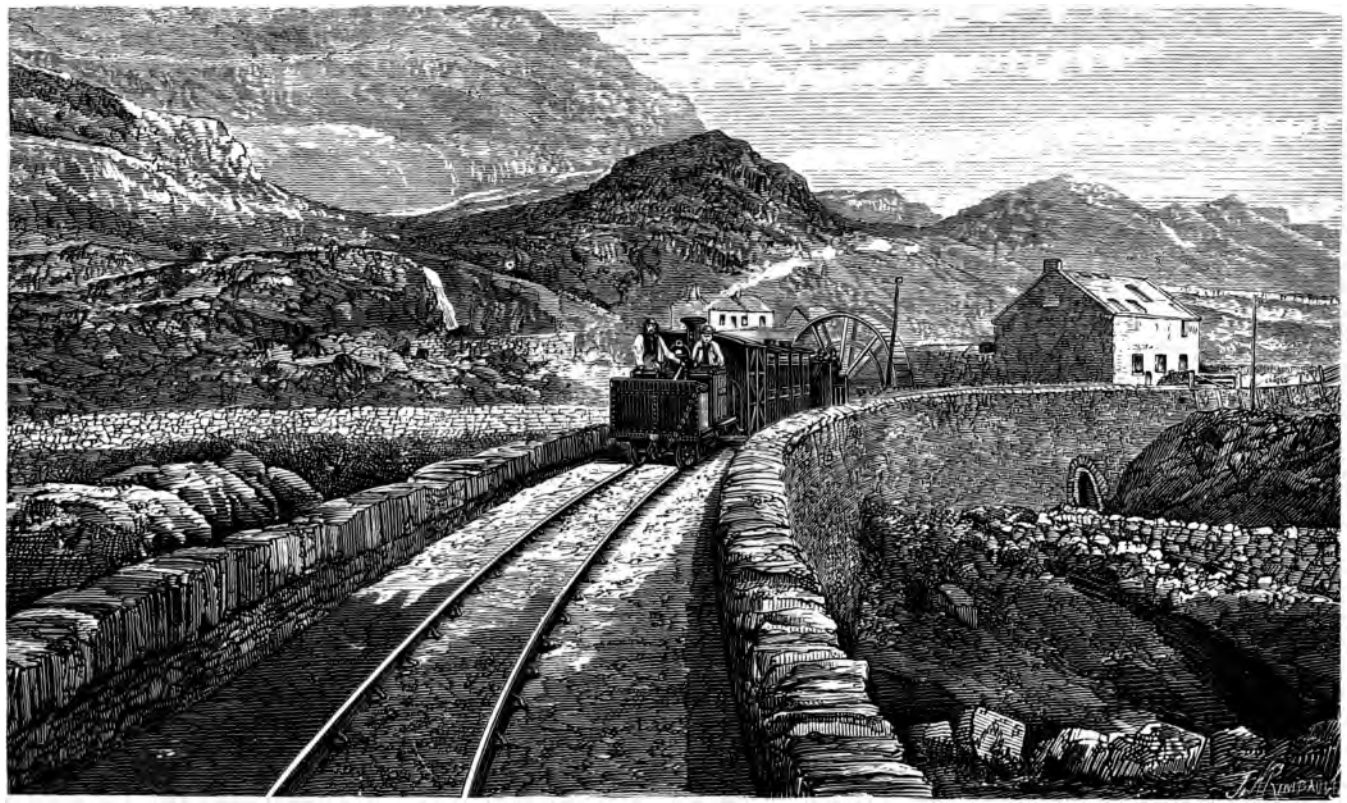
Je crois qu'il y a peu de choses à dire après ces remarques finales de M. Seymour. Il admet que le matériel roulant actuel ne permet pas l'économie, et, comme je l'ai déjà dit, j'aime à lui voir cette conviction ; je ne doute nullement que sous peu il complétera la série des convictions dans laquelle il est sincèrement entré.

Je ne puis mieux agir maintenant, qu'en faisant une courte

allusion à quelques-unes de nos lignes à voie étroite en exploitation actuelle afin que mes lecteurs puissent avoir l'occasion de se former par eux-mêmes une opinion définitive d'après les faits existants. Je mentionnerai tout d'abord la description intéressante et très-complète du chemin de fer du Festiniog, qui parut dans *Engineering* du 29 décembre 1871, auquel j'emprunte les lignes ci-dessous :

" On a tant écrit sur la célèbre ligne du Festiniog qu'il y a probablement peu de nos lecteurs qui ne soient familiers avec les traits caractéristiques et généraux de cette ligne, tandis que probablement très-peu de personnes sont allées la voir. Malgré cela nous croyons que les trois vues (d'après des photographies) que nous publions ci-après seront regardées avec beaucoup d'intérêt. Pour ceux qui ont inspecté cette ligne en miniature, ces vues leur rappelleront une agréable visite, tandis que pour ceux qui ont été privés de ce plaisir, elles donneront sur les traits caractéristiques du chemin une idée plus claire que ne pourrait le faire la meilleure des descriptions. Avant de nous étendre d'avantage sur ces vues, il est bon de donner un aperçu général du chemin de fer du Festiniog et de son matériel roulant, quitte à reproduire des renseignements déjà publiés.

" Le chemin de fer du Festiniog est une ligne à simple voie de 1 pied $11\frac{1}{2}$ pouces de largeur ($0^{m}.60$), s'étendant du port de Portmadoc à quelques carrières d'ardoises, à Dinas, dans le voisinage de Festiniog. Sa longueur est de $13\frac{1}{4}$ milles (21 kilom.) sans compter un embranchement d'un mille de long ($1{,}600^{m}.$) conduisant à Duffros. Dans les $13\frac{1}{4}$ milles la ligne principale s'élève de 700 pieds (210 mètres), les rampes étant continues mais variables. Dans le premier mille, en partant de Portmadoc, il y a une inclinaison très-légère, la partie située sur le remblai de Traethmawr qui traverse l'embouchure de la rivière à Portmadoc, est pratiquement de



VUE PRÈS DE TAN-Y-GRISIAU.

niveau, car l'inclinaison n'est que de 1 sur 1,343½. En dehors de cette partie unie de la ligne, la moindre rampe est de 1 sur 186,* pendant que la plus forte est de 1 sur 68.69.† La plus forte rampe de grande longueur, est de 1 sur 79.82,‡ s'étendant l'espace d'environ de 2½ milles (4 kilom.), tandis qu'il y en a une autre, d'environ la même longueur, de 1 sur 85.22, et une d'environ 2 milles de long de 1 sur 82.71. Pour une longueur de 12¼ milles la moyenne de la rampe est de 1 sur 92 (12 millimètres).

"La ligne traverse un pays très-inégal et très-pittoresque, tantôt située à des centaines de pieds au-dessus de la vallée, sur le côté de la colline qui est à pic, tantôt traversant des ravins profonds sur d'étroits remblais, ou plutôt des murs en maçonnerie de pierre sèche, quelques-uns de 60 pieds (18m.) de hauteur ; puis ensuite poursuivant sa route au travers la roche coupée, pour reparaître au jour et offrir aux regards un nouveau panorama ; le chemin présente ainsi des points de vue toujours variés et intéressants pour l'ingénieur comme pour le touriste. Dans presque tout son parcours la ligne offre une série de courbes d'un rayon variant de 8 chaînes (160m.) jusqu'à 1¾ chaîne (35m.), quelques-unes des courbes de ce dernier rayon ayant 200 pieds (60 mètres) de long. Les courbes sont toutes tracées avec raccordement parabolique, et ont été posées avec grand soin, l'écartement des rails étant augmenté à la jonction des courbes avec les courbes en sens inverse, ou avec les lignes droites ; il en résulte que l'entrée d'un train dans une courbe, ou son passage d'une courbe à une autre ne se sent pas. Nous savons que quelques-uns de nos lecteurs nous accuseront d'exagération en faisant cette assertion, mais nous sommes certains qu'ils ne sont pas de ceux qui ont inspecté la ligne du Festiniog. Nous devons avouer qu'avant d'avoir voyagé sur cette ligne nous lisions avec un peu d'incrédulité

---

* 5,4 millimètres. † 19 millimètres. ‡ 13 millimètres.

les relations sur la facilité et la sécurité extraordinaires avec lesquelles les courbes étaient franchies sur le chemin de fer du Festiniog ; mais comme nous avons éprouvé par nous-même cette grande aisance, il est de toute justice que nous expiions notre premier manque de foi par l'addition de notre témoignage à ceux des autres personnes. Le résultat obtenu est dû sans doute premièrement à l'adoption de la forme parabolique pour les courbes, et ensuite au soin tout particulier avec lequel la voie est entretenue (sujet sur lequel nous reviendrons bientôt), et aussi à la petite largeur de la voie et de la base de roue du matériel roulant.

" La largeur de la ligne sur les remblais est de 10 p. ($3^m.05$) au niveau de la crête du remblai ; mais dans plusieurs tranchées il y a une largeur de 8 pieds ($2^m.44$) et la distance entre le roc et les côtés de la machine est très-minime. Dans les tunnels, — il y en a deux sur la ligne : l'un de 60 yards ($54^m.$), l'autre de 730 yards ($650^m.$) de longueur, — l'espace est encore plus restreint, s'il est possible ; en fait, ces tunnels tels qu'ils sont actuellement, forment un obstacle complet à l'agrandissement du matériel roulant. Le tunnel le plus court passe à travers une ardoisière ; tandis que le plus long, qui est en partie sur une rampe de 1 sur 85.22, et en partie sur une rampe de 1 sur 116.59, est percé au travers de la roche syénitique. Il n'y a point de maçonnerie dans les tunnels. Un des traits saillants de cette ligne consiste dans les murs de pierre sèche, ou remblais, déjà mentionnés. La vue de la page 84, prise dans le voisinage de la station de Tan-y-Grisiau, montre un train passant sur un de ces murs, quoiqu'elle donne à peine une juste idée de la petite largeur ou de la hauteur de ce dernier. La vue en question est prise en un point où la ligne suivait autrefois le contour du versant de la colline, faisant une grande courbe, comme on le voit à la gauche du croquis. Par la construction du remblai ce détour est maintenant évité, la ligne passant directement au travers du ravin. Dans quelques cas

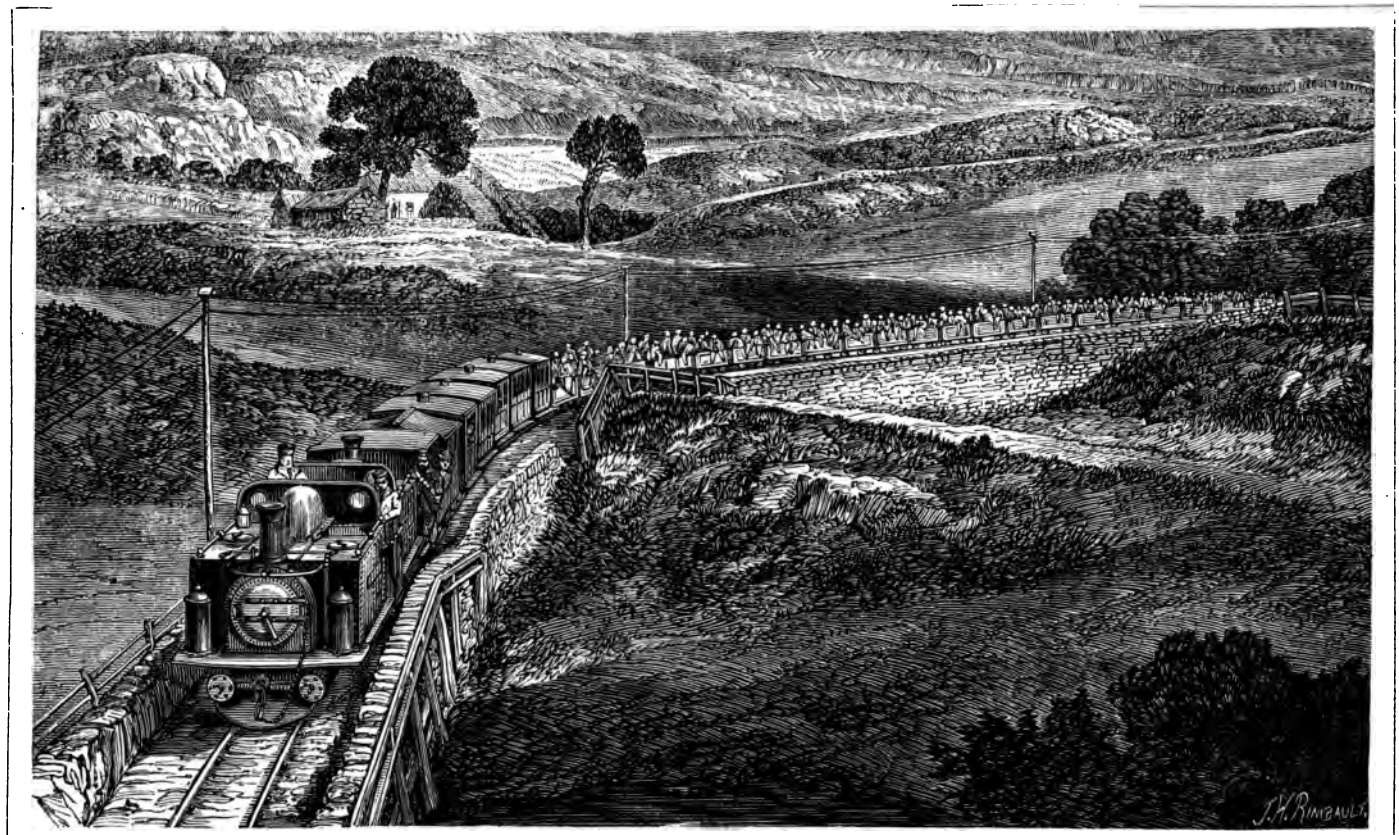
les remblais, ou murs de soutènement, comme on les appelle par là, au lieu d'être construits entièrement en maçonnerie de pierre sèche, sont formés d'un couple de murs de retenue remplis de terre. L'inclinaison des talus est habituellement de 1 sur 6. Les pontceaux sont en maçonnerie sèche, recouverte de mortier, et, à l'exception d'un pont de fer traversant une route, les ponts par dessous sont tous en maçonnerie.

" Nous avons déjà fait une courte allusion à la voie, et nous allons maintenant entrer dans plus de détails. En 1832, lorsque la construction du Festiniog fut commencée, on avait l'intention de faire de la ligne un tramway sur lequel les trains composés de wagons chargés d'ardoises descendraient par la gravité, tandis que les trucks vides ou ceux qui seraient chargés de charbon ou autres marchandises, monteraient par l'aide de chevaux. Cet état de choses continua jusqu'en 1863, époque où, sur la recommandation de M. Spooner, ingénieur de la ligne, on adopta la vapeur. Durant l'automne de 1864, des voyageurs furent transportés par la compagnie gratis à titre d'essai, et l'année suivante la ligne fut régulièrement ouverte pour le trafic à voyageurs. Ces mesures ont nécessité un changement correspondant dans la constitution de la voie. Les rails employés d'abord ne pesaient que 16 livres par yard*; ils furent ensuite remplacés par d'autres pesant 30 livres par yard†, dont la plupart ont été posés il y a plus de dix-huit ans. Ces rails de 30 livres furent cependant trouvés trop légers, et la plus grande partie de cette ligne est maintenant recouverte de rails à deux champignons pesant 48.66 livres par yard‡. Ces rails sont fixés par de forts coussinets à des traverses en mélèze de 9 pouces ($0^m.22$) sur $4\frac{1}{2}$ pouces ($0^m.12$); elles ont 4 pieds 6 pouces ($1^m.34$), et elles sont placées à 3 pieds ($0^m.91$) de distance de centre à centre, excepté aux joints, où la distance est réduite à 2 pieds ($0^m.61$). A chaque jointure un châssis est formé en plaçant deux

* 7.2 k. par mètre. † 13.5 k. par mètre. ‡ 22k. par mètre.

traverses longitudinalement sous les autres traverses, et clouant ces dernières aux autres. Cet arrangement combiné avec l'emploi d'une forme d'éclisse très-rigide, embrassant le champignon inférieur des rails, rend la voie très-douce aux joints ; c'est une chose très-importante pour une ligne à voie étroite où la vitesse est relativement très-élevée. Nous avons déjà parlé du soin qui a présidé à la pose des courbes, et il nous suffira d'ajouter qu'en ployant les rails, on s'est assuré d'un travail soigné, en employant une petite machine portative à ployer les rails, très-commode. Elle est de M. Spooner, et a été décrite par nous, avec accompagnement d'un dessin, à la page 263 de notre huitième volume. Un point auquel M. Spooner a donné une attention spéciale, — et c'est toujours une chose très-importante, — c'est l'assèchement de la voie, et pour résultat il a obtenu une excellente, pour ne pas dire la *meilleure* de toutes les voies que nous ayons jamais inspectées. L'automne dernier nous avons eu l'occasion d'examiner soigneusement de grandes longueurs de la voie du Festiniog, et nous avons été surtout frappés de l'entière absence du plus petit signe de tassement dans le ballast, ni de la plus petite fissure indiquant un mouvement dans les traverses. Nous pouvons affirmer que nous n'avons jamais vu aucune portion de ligne avec un ballast dans un état aussi parfait.

"Nous avons appelé fortement l'attention sur l'état de la voie de la ligne du Festiniog, parce qu'il est important qu'on se le grave dans la mémoire, en considérant la capacité des lignes à voie étroite. A l'égard de ce sujet, nous disions, il y a un an, (voir page 385 de notre dixième volume) : ' Plus la voie est étroite, plus est grand l'angle sous lequel une voiture est lancée latéralement sur une certaine élévation ou dépression de l'un des rails, et plus sera grande l'inégalité produite dans les charges sur les ressorts des côtés opposés, et conséquemment sur les deux rails. En fait, plus la voie est étroite plus le degré d'oscillation latérale produite par une inégalité quelconque sur la ligne sera grand ; et ceci est un point



TRAIN DESCENDANT, CHARGÉ DE PASSAGERS, MINEURS ET OUVRIERS, REMORQUÉ PAR LA LOCOMOTIVE FAIRLIE "LITTLE WONDER."

de grande importance dans les districts où, par les variations du climat, ou autres causes, la voie est parfois rendue susceptible de plus ou moins de réparation.' Ces considérations à propos d'un sujet sur lequel nous appelions vivement l'attention, montrent la grande importance du bon entretien d'une ligne à voie étroite, si l'on doit s'en servir pour un trafic rapide. Sous la direction d'un ingénieur d'énergie et de capacité comme M. Spooner, ayant non seulement la volonté mais encore le pouvoir d'entretenir sa ligne en ordre parfait, pratiquement, une voie très-étroite peut sans danger s'adapter à un trafic qu'il serait simplement imprudent d'entreprendre sur une même voie qui serait construite moins parfaitement et entretenue moins efficacement. Nous ne désirons nullement, parce que la ligne du Festiniog a été adaptée depuis quelque temps, et avec succès, à un trafic de voyageurs relativement rapide, et parce que les trains de voyageurs, remorqués par la machine Fairlie (Little Wonder) en ont souvent parcouru des parties avec une vitesse de plus de 30 milles (48 kilom.) à l'heure, faire triompher cette conclusion que de tels tours de force puissent être reproduits sans danger sur des lignes de 1 pied $11\frac{1}{2}$ pouces ($0^{m}.60$). Sur la ligne du Festiniog, grâce à l'état parfait de sa voie, le train marche à la vitesse mentionnée en dernier lieu, aussi régulièrement que sur la meilleure voie de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces sur laquelle nous ayons jamais voyagé, et sans la moindre secousse, en s'engageant dans les courbes ou en en sortant. Mais dans les lignes à voie étroite exploitées avec de moins favorables circonstances, on ne peut s'attendre à un résultat aussi satisfaisant ; il est donc à désirer que sur toutes ces lignes où l'on emploierait la grande vitesse, la voie excède notablement celle du Festiniog, quand bien même ce ne serait que pour éviter la nécessité d'un entretien aussi parfait.

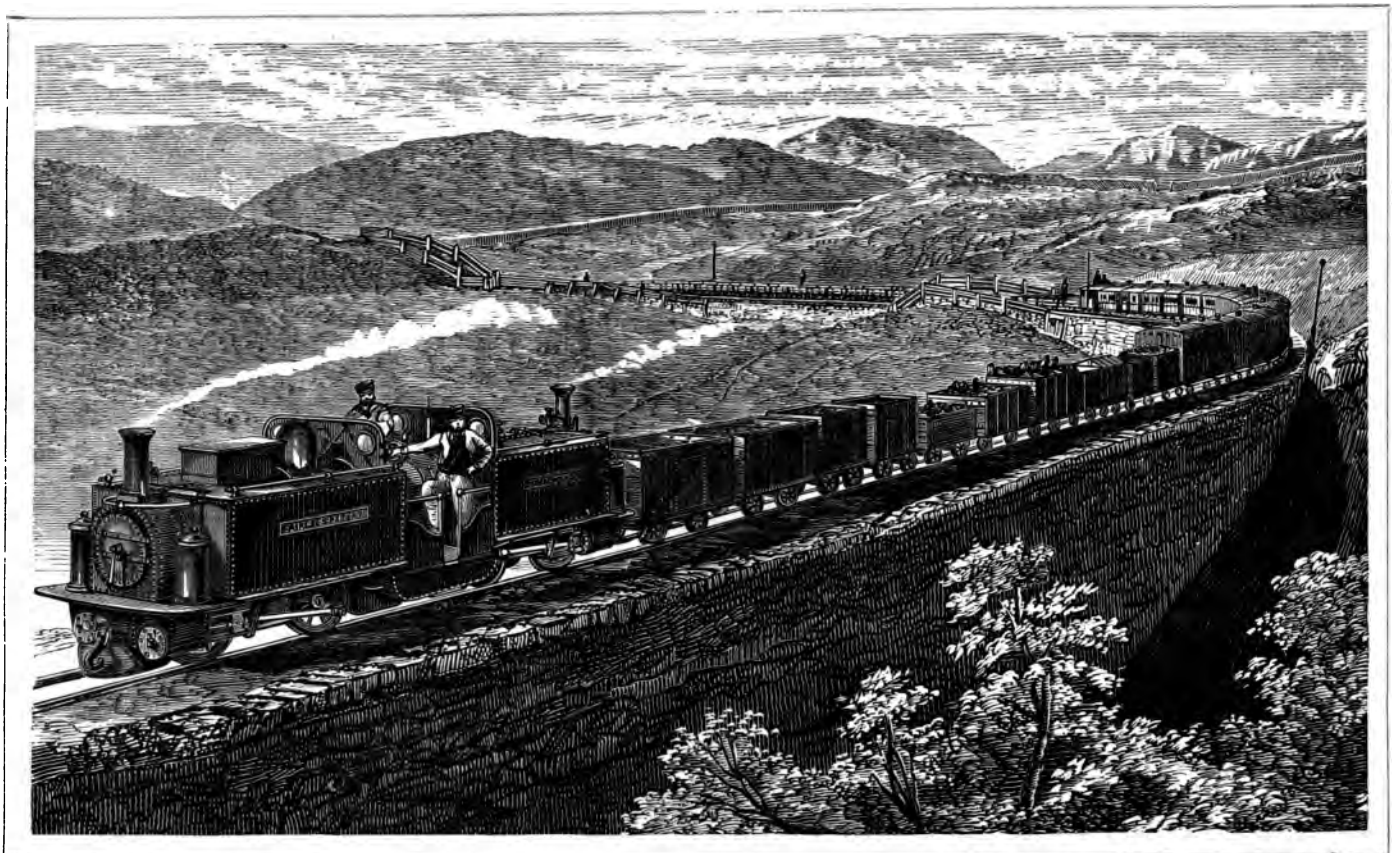
" Il y a, outre les gares terminus, quatre stations intermédiaires sur la ligne du Festiniog, savoir : Minfford Junction (station qui suit celle de Portmadoc, et où se trouve la

station de transbordement avec les navires : c'est celle que nous avons récemment citée dans notre revue du livre de M. Spooner, à propos de l'échange de trafic avec le chemin de fer Cambrien), Penrhyn, Hafod-Llyn et Tan-y-Grisiau. Ces stations n'ont point de plateformes, le peu de hauteur des voitures les rendant superflues ; mais elles sont pourvues de tout le confort désirable, quoique sur une petite échelle. Les hangars à machines et les principaux ateliers de construction et de réparation sont à environ un mille de Portmadoc, quoiqu'il existe aussi un hangar à voitures près de la dernière station. Ces ateliers et hangars sont, bien entendu, en miniature, mais ils sont néanmoins complets. C'est, nous le croyons, seulement par l'inspection de ces ateliers et hangars que l'on peut bien apprécier l'économie qui doit résulter de l'entretien du matériel de la voie étroite. Un ingénieur de chemins de fer sera nécessairement frappé des facilités des réparations auxquelles se plie ce matériel roulant en miniature. Les petites pièces que l'on a à remuer, les poids comparativement légers qu'il faut soulever, et pour lesquels il suffit d'employer une simple poulie ; les petits tours à roue, ou autres outils nécessaires et beaucoup d'autres choses semblables, valent la peine d'être examinés par chacun personnellement afin d'être appréciés à leur juste valeur.

"La ligne est exploitée d'après le 'staff' système,* complété par l'aide du télégraphe. Toutes les stations et tous les postes de signaux sont en communication télégraphique, et le système des signaux, etc., tout enfin est aussi complet que sur les lignes ordinaires de la largeur de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces. La même remarque s'applique aux aiguilles, croisements, plaques tournantes, et autre matériel fixe nécessaire au trafic.

"Nous avons à présent à parler du matériel roulant, et nous commencerons par les machines. Les deux premières

* Système dans lequel un *bâton* (*staff*) unique, fait fonction d'employé pilote.



TRAIN ASCENDANT REMORQUÉ PAR LA LOCOMOTIVE FAIRLIE, "LITTLE WONDER."

locomotives construites par MM. England et Cie, en 1863, sont des machines à 4 roues couplées de 2 pieds (0m.61) de diamètre; la base des roues est de 5 pieds (1m.52) et les cylindres, qui sont à l'extérieur, ont 8 pouces (0m.20) de diamètre avec une course de 12 pouces (0m.30). Le poids de ces machines en état de marche est de 8 tonnes.

"Dans la suite, MM. England construisirent cinq autres machines de la même classe; deux cependant étaient plus lourdes et pesaient 10 tonnes. Une de ces dernières remorquait en service ordinaire, outre son tender, une voiture de 1re classe, une de 2e, une de 3e, un fourgon à frein pour le garde, 4 wagons à marchandises, et 24 wagons à ardoises, ces derniers étant vides. Le poids total de ce train, compris machine et tender, est de 55 tonnes, dont 16 consistent en poids utile, voyageurs ou marchandises. Dans le trajet de retour les wagons à marchandises étant alors vides, et ceux à ardoises chargés, le poids total du train est d'environ 93 tonnes, dont 54 tonnes sont en poids payant.

"L'année 1869 fut signalée par l'introduction de la machine Fairlie sur la ligne du Festiniog, et les résultats obtenus prouvent que M. Spooner a montré beaucoup de jugement en adoptant ce système. La machine de Fairlie, 'Little Wonder,'* employée en 1869, fut construite aux usines de Hatcham; une illustration et une description complète de cette machine parurent dans nos colonnes au commencement de l'année dernière (voir p. 316 de notre neuvième volume). Nous pouvons cependant répéter ici que la machine est montée sur deux trucks mobiles moteurs, chaque truck mobile (bogie) ayant 4 roues couplées de 2 pieds 4 pouces (0m.71) de diamètre. La base de roue de chaque truck est de 5 pieds (1m.52), et la base totale de roue de la machine est de 19 pieds (5m.80), pendant que le poids en ordre de marche est de 19½ tonnes.

* Petite merveille.

Chaque truck a une paire de cylindres d'un diamètre de $8\frac{3}{16}$ pouces (om.21) avec une course de piston de 13 p. (om.33). En service ordinaire cette machine peut remorquer un train consistant en 3 voitures (1re, 2e, et 3e classes) un fourgon à frein de garde, 6 wagons à marchandises, 112 wagons à ardoises vides, le poids total y compris la machine étant $127\frac{1}{2}$ tonnes, dont environ 21 tonnes consistent en transport utile de voyageurs et de marchandises. Dans le trajet de retour, en descente, quand les trucks à ardoises sont chargés, et les wagons à marchandises vides, le poids total de la machine et du train est de $336\frac{1}{2}$ tonnes dont 230 tonnes sont en poids payant. Durant la visite de la commission impériale russe, au chemin de fer du Festiniog, en février 1870, la machine 'Little Wonder' traîna des charges plus considérables encore, mais comme des descriptions détaillées de ces expériences parurent alors dans nos colonnes, il nous suffira d'y renvoyer.

"Un train tel que celui que nous venons de mentionner et qui forme la charge ordinaire pour la machine 'Little Wonder,' mesure plus de 1,200 pieds (360 mètres) de longueur, et sur quelques parties de la ligne il se trouve sur trois courbes ou plus à la fois ; les différentes parties du train occupent ainsi à la fois des directions suivant tous les points cardinaux. Si un voyageur se trouve dans une des dernières voitures de ce train, il lui est parfois difficile de se figurer que la machine qu'il voit marcher de l'autre côté d'un ravin, dans un sens opposé au sien, est réunie d'une façon quelconque avec la voiture où il se trouve. Les gravures des pages 418 et 419 (91 et 95) faites sur des photographies, donneront une idée approchée de l'apparence de ces longs trains. La première de ces vues montre un train descendant, chargé de voyageurs, ouvriers carriers et autres, traversant une des courbes de $1\frac{3}{4}$ chaîne ; on voit seulement la machine, 6 voitures et 24 wagons environ ; l'autre vue à la page 419 (95) montre un train montant, composé de wagons à marchandises, de voitures à voyageurs, de wagons d'ardoises

vides ; la tête du train se trouve sur un des murs de soutènement déja mentionnés pendant que, plus loin dans le fond, le reste s'étend sur une des courbes de $1\frac{3}{4}$ chaîne ; on ne voit ici également qu'une portion du train, la partie de derrière étant au delà du pont situé à gauche dans le fond du dessin. La ligne offre en réalité une telle succession de courbes qu'il est impossible d'obtenir un point de vue d'où l'on puisse voir distinctement un de ces longs trains dans toute sa longueur.

" Ce n'est pas seulement pour sa force de traction que la locomotive Fairlie ' Little Wonder ' se distingue. Un point également important est l'aisance et la stabilité avec lesquelles elle traverse les courbes les plus raides de la ligne. Nous avons souvent appelé l'attention sur ce point, mais nous pouvons reparler ici de ce sujet. Nous avons fait le parcours sur la traverse de choc de l'un des trucks mobiles de la ' Little Wonder ' à des vitesses de 35 milles (56 kilom.) à l'heure, et nous pouvons rendre témoignage de la stabilité extraordinaire en marche, tant sur les parties de la voie en ligne droite que sur les courbes. Sur la plateforme qui repose sur le châssis joignant les deux trucks mobiles, l'aisance du mouvement est encore plus remarquable, et l'expression souvent employée, la machine ' paraît glisser le long des courbes ' est réellement la seule qui donne une juste idée du mouvement. Quant à l'économie de charbon, la ' Little Wonder ' a donné aussi les résultats les plus satisfaisants, car M. Spooner nous affirma que sa consommation en proportion du travail accompli est de 25 pour cent en dessous de celle des autres machines de la ligne.

" Cet article est déjà si long qu'il nous faut abréger nos remarques sur le matériel roulant de la ligne du Festiniog. Les voitures à voyageurs en usage sont de modèles divers. Celles qu'on a construites en dernier lieu peuvent passer pour des voitures ordinaires en miniature, mais dans d'autres voitures les

bancs sont fixés en long, les voyageurs s'asseyant dos à dos. Quelques-unes des dernières voitures n'ont point de panneaux de côtés ; les voyageurs sont cependant protégés par de forts tabliers de cuir, qui atteignent environ la moitié de la hauteur des montants de la voiture, et sont fixés aux montants extrêmes et intermédiaires, par des courroies. Les voitures avec bancs en long ont 10 pieds de long ($3^m.05$) sur 6 pieds 3 pouces ($1^m.90$) de large (à l'extérieur), pèsent 26 cwt.* et contiennent 12 voyageurs de première classe, ou 14, soit de seconde soit de troisième classe. Les voitures construites le plus récemment ont 9 pieds 9 pouces de long ($2^m.97$), 4 pieds $10\frac{1}{2}$ pouces de large ($1^m.48$) en dehors, ou 9 pieds 2 pouces ($2^m.82$) de long, 4 pieds 6 pouces ($1^m.37$) de large en dedans ; chacune est divisée en deux compartiments par une cloison à mi-hauteur de la voiture. Les banquettes sont en travers comme d'habitude, et pour 3 personnes chacune, de sorte que chaque voiture contient 12 voyageurs. La hauteur, un peu faible, est seulement de 4 pieds 9 pouces ($1^m.45$) au centre, à l'intérieur. La base de roue à 5 pieds 6 pouces (1.68) et le diamètre des roues pour tout le matériel est de 1 pied 6 pouces ($0^m.46$). Les roues sont en fonte avec bandages en fer forgé, et les voitures sont montées sur des ressorts de forme ordinaire. Les voitures sont bien éclairées par des fenêtres de côté, et une lampe se trouve au toit. Le poids de ces voitures est de 23 quintaux (1.150 tonne), ou moins de 2 quintaux (100 kilog.) par voyageur.

" Les wagons à marchandises sont de différents modèles ; la page 95 nous en montre quelques-uns ; les trucks à ardoises sont des wagons plateformes avec panneaux à claire-voie formés de cornières ; ils sont de deux classes principales, la grande classe, portant 3 tonnes, et la petite portant 2 tonnes d'ardoises. Un grand nombre d'entre eux sont pourvus de freins simples,

* 26 quintaux = 1.3 tonne.

car c'est la coutume de mettre un frein par 6 wagons. Les poids, etc., des principales variétés de matériel à marchandises sont donnés par M. Spooner, dans le tableau ci-dessous :

Catégories de wagons.	Base de roue (entraxe).	Poids vide.	Poids du chargement.
	pds. pcs.	cwt.	tonnes.
Trucks à charbon	5 6	19	3
Wagons à marchandises	5 6	18	2½
Trucks mobiles pour transport des bois	3 0	20 la paire	9
Wagons à ardoises (petit modèle) ...	2 11 / 3 1	13	2
„ „ (grand modèle) ...	5 0	19	3
„ „ avec frein ...	5 0	21	3

"Les chargements indiqués pour les wagons à ardoises, supposent qu'ils soient chargés d'ardoises de grandes dimensions. Un examen récent des livres de la compagnie nous a montré que le rapport du poids utile au poids mort, variait, dans le cas des trains à ardoises, depuis un peu plus que 2 à 1 jusqu'à 3 à 1 ; la moyenne générale est de plus de 2½ à 1, ce qui est un excellent résultat ; les wagons à ardoises ne sont pas montés sur ressorts.

"L'ensemble du matériel roulant est pourvu de tampons et d'attelages placés suivant l'axe du véhicule, ce qui naturellement facilite beaucoup le passage des courbes. La vitesse a été dans le principe limitée par les règlements du Board of Trade à 12 milles (20 k.) à l'heure ; mais dernièrement ces restrictions ont été supprimées, croyons-nous, car en fait nous avons parcouru une grande longueur de la ligne sur la 'Little Wonder,' avec une vitesse trois fois aussi grande, sans avoir éprouvé, comme nous l'avons déjà dit, la moindre secousse. Naturellement cependant une telle vitesse serait dangereuse avec les machines à 4 roues.

"Pour terminer d'une façon intéressante, nous donnerons quelques détails du trafic de la ligne du Festiniog. Nous n'avons pas sous les yeux les chiffres de l'année dernière, mais

durant 1869 le nombre des voyageurs fut de 97,000, les trafics de marchandises et des minéraux s'élevèrent à 18,600 tonnes et 118,132 tonnes respectivement. Le parcours des trains a été de 45,619 milles,* celui des machines 50,314 milles.† Le montant des recettes totales de l'année s'éleva à £23,676 12s. 10d. (600,000 fr.); la dépense de réparation et d'entretien fut de £10,518 6s. 3d. (262,000 fr.); les dépenses spéciales furent de £2,535 11s. 7d. (63,000 fr.). Ce qui élève la dépense totale à £13,053 17s. 10d. (325,000 fr.). Le revenu net de la ligne pendant l'année fut de £10,622 15s. (275,000 fr.), donnant un dividende de 29½ pour cent sur le capital primitif de £36,185 10s. (900,000 fr.), ou bien de 12½ pour cent sur le capital actuel de £86,135 10s. (2,150,000 fr.). La somme de £50,000 (1,250,000 fr.), différence entre le capital actuel et le capital primitif a été, il est bon de le mentionner, entièrement prise sur le revenu. Malgré le chiffre élevé du trafic, il faut bien se figurer que la ligne du chemin du Festiniog est bien loin d'être à son rendement de trafic maximum.

"Il n'y a pas de service de nuit, pas de train le dimanche, et, par la substitution des machines Fairlie aux 6 locomotives à 4 roues actuelles, on pourrait faire le double du trafic.

"Nous avons assez parlé, selon nous, du chemin du Festiniog pour montrer qu'il possède le plus grand intérêt pour les ingénieurs, aujourd'hui que les chemins de fer à voie étroite ont toute apparence de succès. C'est en fait la ligne en miniature la plus parfaite en existence, et elle mérite d'être inspectée très-attentivement dans tous ses détails. Nous remarquons que, parmi les projets de loi soumis au Parlement, cette session, il y a un prolongement de la ligne du Festiniog sur la même largeur de voie jusqu'à Bettws-y-Coed, rendez-vous favori des artistes. L'énergie et les talents d'ingénieur que déploya M. Spooner en

* 73,000 kilom. † 80,000 kilom.

conduisant la ligne du Festiniog à son admirable état actuel, donnent une garantie suffisante que l'entreprise, —si elle reçoit la sanction parlementaire, comme cela est très-probable,— sera exécutée d'une manière très-satisfaisante. D'après ce que nous connaissons du district, nous avons la certitude que cette ligne non seulement serait avantageuse aux propriétaires de la localité, mais encore serait hautement appréciée par les milliers de touristes qui visitent chaque année ce beau pays."

M. Nördling, autrefois ingénieur en chef du réseau central du chemin de fer d'Orléans, collaborateur, depuis 1869, du baron von Weber, ingénieur en chef du gouvernement autrichien pour les chemins de fer, a réuni dernièrement et publié des documents importants* relatifs à des chemins de fer à voie étroite actuellement en exploitation ; cet ouvrage contient plusieurs statistiques nouvelles et utiles ayant trait directement à la question en discussion.

Il y fait allusion aux observations de M. Thirion sur la législation pour les embranchements, en 1865, (Observations sur le projet de loi des chemins de fer départementaux). Les principaux réseaux des chemins de fer français ont été considérés comme complets, et la loi donne des facilités pour la construction d'embranchements destinés à unir des districts non desservis avec les stations de lignes principales. On laisse aux conseils des départements respectifs le droit de concéder ces embranchements, et l'État peut donner une subvention. Après une allusion au succès de la construction de lignes de ce genre en Alsace, M. Thirion, qui a occupé la position importante de directeur du chemin de fer d'Orléans (réseau central), examine s'il sera toujours possible de construire dans ces conditions un réseau d'embranchement satisfaisant aux besoins économiques du pays. Les embranchements en Alsace, abstraction faite des dépenses préliminaires et d'achat de terrain, coûtent £4,800 le

* Renseignements sur les chemins de fer à une voie.

mille (75,000 fr. le kilom.) et les frais d'exploitation s'élèvent à £384 par mille (6,000 fr. par kilom.) ; une telle dépense suppose un trafic égal au moins à £640 par mille (10,000 fr. par kilom.). Mais il y a peu de districts éloignés capables de donner un aussi grand trafic. L'expérience du réseau central d'Orléans a montré que le trafic des lignes départementales excède rarement £380 par mille (6,000 fr. par kilom.). Que reste-t-il donc à faire ? Les embranchements doivent-ils être abandonnés, et doit-on priver de chemins de fer de nombreux districts ? Le seul remède consiste dans la construction de chemins de fer à voie étroite, moins coûteux que les types ordinaires ; le matériel roulant serait beaucoup plus léger, il pourrait parcourir des courbes d'un rayon de 200 pieds (60m.). La principale objection à la voie étroite pour embranchements est l'inconvénient du transbordement des marchandises au point de jonction avec la ligne principale ; il faut décider alors le point suivant : les inconvénients et les dépenses du transbordement des marchandises d'une ligne à une autre ne dépassent-elles pas l'économie réalisée dans la construction de la voie étroite ?

La ligne d'Orléans a eu des occasions toutes exceptionnelles d'obtenir des renseignements sur ce point. Les houillères et les usines métallurgiques d'Aubin sont la propriété de la compagnie du chemin de fer, et le transport du charbon et du minerai à la station de Salle-la-Source (distante de 4½ milles) se faisait toujours avec tant de difficultés et d'inconvénients, que la construction d'un embranchement fut décidée. D'abord on se proposa de construire la ligne avec la largeur ordinaire, mais, après une étude plus soignée, on adopta une voie étroite avec des rails pesant de 32 à 38 livres par yard (14 à 18 k. par mètre). Le trafic durant les trois premières années se fit avec les chevaux, mais ensuite on employa les locomotives. Cette ligne, appelée le chemin de fer de Mondalazac, a 4½ milles de long (7.2 kilom.) avec des courbes variant de 130 à 328 pieds (40 à 100m.) de rayon. La voie est de 3 pieds 6 pouces (1m.06),

et les traverses sont distantes de 2 pieds 5 pouces (o^{m}.73) chacune. Le matériel consiste en deux machines à 4 roues couplées, pesant 9 tonnes, et en 70 wagons portant chacun 3.8 tonnes.

Les frais de construction de la ligne, y compris la voie, les stations, etc., étaient ... ... £2,160 par mille.
Le matériel roulant ... ... £1,070 „

Total ... ... £3,230 (81,000 fr.)

Le matériel roulant a été établi en vue d'un trafic de 80,000 tonnes par an, mais, par suite d'une diminution dans les affaires, le trafic s'éleva seulement à 50,000.

Cependant, malgré cette réduction considérable, les frais de transport par mille furent réduits de 3.2d. (fr. 0.32) à 1.2d (fr. 0.12) par mille, avec traction sur rails par les chevaux, et plus tard, lors de l'emploi de la vapeur, il y eut réduction de la moitié de cette dernière somme. Les frais de transbordement des minérais du wagon de la voie étroite dans la cour de la station, et de là aux wagons de la voie large à Salle-la-Source, s'élevaient à 1.7d. (fr. 0.17) par tonne. Les frais d'exploitation se montèrent en une année à £4.260 (107,000 fr.); cette somme n'aurait subi qu'une légère augmentation si 80,000 tonnes au lieu de 50,000 eussent été transportées. Si la ligne de Mondalazac était actuellement une entreprise indépendante, le prix de 1.25d. par mille (fr. 0.078 par kilom.) suffirait pour couvrir les frais d'exploitation et donnerait 5 pour cent du capital engagé.

Tels sont les faits obtenus par l'essai de la Compagnie d'Orléans, et quoique les résultats ne soient pas tout-à-fait complets, parce que la ligne de Mondalazac ne transporte ni voyageurs, ni autre chose que le charbon et le minérai, il est possible de déduire le résultat que l'on obtiendrait probablement sur une ligne semblable livrée à un trafic général. M. l'ingénieur en chef Bertera fit ce calcul en prenant pour exemple une ligne de

15 milles (24 kilom.) de longueur, avec un trafic moyen de 120 voyageurs par jour et 40,000 tonnes par an, ce qui donne, avec un tarif de 1.1d. (fr. 0.069 par kilom.) par voyageur et 1.6d (fr. 0.10 par kilom.) par tonne de marchandises, un produit de £448 par mille (7,000 fr. par kilom.). En supposant 12 trains par jour, M. Bertera calcule que le matériel roulant consisterait en 6 locomotives, 25 voitures à voyageurs, 40 wagons couverts et 60 découverts ; le tout représente un capital de £20,400 (500,000 fr.). Ajoutant environ £1,200 par mille (20,000 fr. par kilom.) pour construction, nous obtenons un capital total de £2,500 (39,000 fr. par kilom.). La vitesse ne devait pas dépasser 20 milles (32 kilom.) à l'heure, il n'y avait pas de service de nuit, et les frais d'exploitation se montaient alors à £295 par mille (4,700 fr. par kilom.), ce qui donne un profit de £150 par mille (2,400 fr. par kilom.), correspondant à un intérêt de 6 pour cent sur le capital.

Après le rapport de M. Thirion, M. von Nördling reproduit celui de M. Eugène Flachat, qui est bien connu, et dans lequel l'auteur donne un compte rendu des lignes à voie étroite jusqu'à 1867, commençant par le chemin de fer du Festiniog, et passant de la ligne de la vallée du Broelthal, dans la Prusse Rhénane, puis de celle d'Anvers à Gand, au système bien connu norwégien.

Dans les " Mémoires et Comptes rendus des travaux de la Société des Ingénieurs civils," M. von Nördling recommanda l'adoption de la voie étroite dans une série de rapports qu'il publia alors qu'il était ingénieur en chef de la ligne d'Orléans (réseau central). D'abord il proposa d'exploiter ces lignes pour le trafic général sur le même système que les chemins de fer américains dits tramways, marchant à petite vitesse, et prenant et descendant des voyageurs à tout endroit. Il communiqua ensuite le projet d'une ligne de la largeur d'un mètre entre la ville de Saint-Pourzain et la station de Varennes, sur Allier. La distance est d'environ 6 milles (9.6 kilom.), et les frais de

construction se montaient à £16,800,* y compris le matériel roulant.

Après une description détaillée de cette ligne projetée et une estimation du trafic, M. Nördling conseille de diviser le système des chemins de fer en deux classes: 1° les lignes existantes avec la voie large, 2° les embranchements avec la largeur d'un mètre, coûtant £3,000 par mille (47,000 francs par kilomètre).

Une telle adoption nécessiterait naturellement un transbordement des marchandises aux points de jonction ; donc, si les frais de transbordement sont moindres que l'intérêt de l'économie effectuée dans la construction, la petite voie offre décidément de grands avantages sur l'autre. La formule suivante nous indique cela :

$$0.05 \cdot l\, e \geqq p\,(1 - t)\,\mathrm{T}$$

où 0.05 = intérêt sur le capital.

l = longueur de la ligne à voie étroite.

e = économie dans les frais de construction par unité de longueur.

p = frais de transbordement d'une unité de marchandises.

t = la portion de marchandises qui aurait à être transbordée, même dans le cas de voies uniformes (l'expérience montre que cette quantité = $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{4}$).

T = montant total des marchandises transbordées pendant l'année.

Si e = £800, p = 2d. par tonne, $t = \frac{1}{4}$, et T = 20,000 tonnes, la construction de la voie étroite est économiquement justifiée *quand sa longueur excède trois milles.* Les frais d'exploitation sont exclus de cette formule, ou plutôt on a supposé qu'ils étaient les mêmes dans chaque cas ; c'est là une hypothèse incorrecte, et beaucoup en faveur de la voie large.

Dans le Journal de l'Association des Ingénieurs allemands

* 425,000 fr.

nous trouvons l'examen d'une rapport publié à Liége, l'année dernière, sur les chemins de fer à faible trafic par une commission d'ingénieurs de l'État; leur conclusion est que, en considération de l'économie de construction qu'elle procure, une voie étroite doit être adoptée de préférence à la largeur de voie ordinaire.

Il est de la plus haute importance pour tous les chemins de fer de les construire le meilleur marché possible, et de faire en sorte que le capital rapporte au moins 6 pour cent d'intérêt. Afin de construire des chemins de fer et de les exploiter toujours à bon marché, on devrait employer une voie étroite et des machines spéciales. On doit adopter la voie étroite pour tous les embranchements, les lignes à minerais ou autres produits industriels; de telles lignes existent en Norwége, en Danemark, en Angleterre, en France et en Allemagne. La commission nommée dernièrement par l'administration des chemins de fer allemands, propose des voies de 2 pieds $5\frac{1}{2}$ pouces et de 3 pieds 3 pouces, et ce n'est que dans le cas où un embranchement relierait des stations d'un même système de chemins de fer, que la voie large ordinaire devrait être conservée.

Pour les lignes à voie étroite des rampes de 0.025 pour 100 et des courbes de 200 pieds (60^{m}.) de rayon sont admissibles; on doit réduire le poids du rail et la hauteur du ballast; le poids des machines ne doit pas excéder 20 tonnes, et la vitesse devrait être limitée à 20 milles (32 kilomètres) à l'heure, et le matériel roulant devrait être monté sur des roues libres sur leur essieu.

Le chemin de fer à voie étroite de la vallée du Broelthal paie un dividende de 5.75 pour cent avec un trafic journalier de 40 tonnes par mille, et les tarifs ordinaires de marchandises. La ligne du Festiniog construite avec de grandes difficultés et à grands frais, donne un profit net de $12\frac{1}{2}$ pour cent,* tandis que les chemins de fer anglais de la largeur de voie ordinaire donnent à peine 4 pour cent.

* Le tarif pour les marchandises sur cette ligne est de 2.7d. par tonne et par mille (17 centimes par tonne et par kilom.) et pour les ardoises de 1.67d. par tonne et par mille (10.4 centimes par kilom. et par tonne).

A ces lignes on peut ajouter comme exemple la ligne de Tavaux-Ponsérícourt, en France. Le prix et les statistiques de cette ligne sont reproduits dans le tableau suivant :

Nom du chemin de fer.	Longueur.	Largeur de la voie.	Largeur de la crête du remblai.	Inclinaison supérieure.	Rayon minimum des courbes.	Poids du rail (par yard).	Poids de la machine.	Coût par mille de construction.	Prix (par mille) du matériel roulant.	Trafic annuel.	Recettes	Dépenses.	Profits.
	milles	pds pcs	pds pcs	par cent.	pieds	livres	tonnes	£	£	tonnes	£	£	...
Tavaux à Ponsérícourt.	8.75	3 3⅜	6 10½	0.075	100	28	7.5 4 roues	1,000	1,920	12,000 en 4 mois	...	...	...
Festiniog.	14½	1 11½	8 0	0.011	115	45	19.00 Fairlie	5,760	7,290	142,000 *	23,676	13,053	12½ %
Vallée du Broelthal.	14	2 9½	5 7½	0.0115	125	22	12.5 6 roues couplées	13,800	1,700	32,709	2,800	1,232	£ 1,468

Plusieurs moyens peuvent être adoptés pour effectuer une liaison entre la voie étroite et la voie large ; un des grands avantages de la première réside dans la facilité que l'on a de pouvoir employer de suite pour le trafic de la rue les voitures chargées de leurs marchandises, par un simple changement des roues lorsqu'elles tournent librement sur les essieux. Les wagons peuvent alors être dirigés jusqu'à leur destination sans rompre charge.

Dans le travail de M. Nördling, le rapport de M. Daniel P. Sullivan occupe une large place ; ce rapport est adressé au ministre autrichien des travaux publics et porte sur l'ensemble de mon système, c'est-à-dire à la fois sur la largeur de la voie et sur le matériel roulant. Bien que dans ce rapport rien n'ait été dit que je n'aie moi-même conseillé, toute la question est traitée *in extenso ;* on y prouve incontestablement les avantages inséparables de mon système, et on en recommande l'adoption au gouvernement pour toutes les nouvelles lignes de l'État. Le rapport conclut en exprimant l'opinion que tandis que les

nouvelles lignes devraient être établies avec mon système les anciennes devraient être réduites peu à peu en largeur, et leur mode d'exploitation devrait être changé.

L'expérience à montré : 1°, que les frais de construction de voie étroite peuvent être réduits d'un quart ou d'un tiers par rapport à ceux que réclame la voie large ; 2°, que les frais de matériel roulant peuvent être aussi de beaucoup diminués ; en outre les frais d'exploitation peuvent subir une réduction de la moitié ou des deux tiers de ceux que réclament des lignes ordinaires. La perte de temps occasionnée par la réduction de vitesse des trains est de peu d'importance sur les embranchements. Les frais concernant le transbordement des marchandises d'un train à un autre ne sont pas bien évalués en général, et, par des aménagements convenables, on peut réduire les frais, dans les circonstances les plus favorables, à 0.4d. (fr. 0 04) par tonne, tandis que dans aucun cas la somme de 2d. (fr. 0.20) par tonne ne devra être dépassée.

Comme supplément à ce rapport de M. Sullivan, je ne puis mieux faire que de reproduire des extraits du rapport de M. Nördling sur ce système, attendu que les opinions d'un homme aussi éminent peuvent exercer une grande influence.

M. von Nördling sur le système Fairlie adapté aux chemins de fer autrichiens.

"Le rapport de M. Sullivan traite deux questions de natures très-différentes. D'abord l'avantage des chemins de fer à voie étroite ; 2°, l'adoption des machines de Fairlie. Depuis longtemps, je suis partisan de la voie étroite, convaincu que c'est la seule solution du problème pour la construction et l'exploitation peu coûteuses des chemins de fer, et quoique je ne m'avance pas aussi loin que le fait M. Fairlie, je suis persuadé qu'aucune contrée en Europe ne retirerait de plus grands avantages de la voie étroite que l'Autriche, et je m'étonne de

rencontrer de l'opposition sur ce point, surtout lorsque l'Autriche présente depuis plusieurs années une des lignes les plus intéressantes de cette classe, le chemin de fer de Lambah-Genunden, de 3 pieds 6 pouces (1m.06) de voie. L'opinion publique semble se déclarer contre cette ligne, non à cause de sa réduction de largeur, mais probablement en raison des formes anciennes de son matériel roulant et de sa petite vitesse.

"On a approuvé plusieurs nouvelles lignes avec la voie de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces, qui coûteront énormément à construire et à exploiter à cause de la nature difficile du pays. On ne peut espérer de bons résultats financiers de ces lignes, si l'on adopte la largeur normale de la voie, tandis que d'un autre côté, si l'on adoptait la voie étroite avec tous ses avantages de construction et d'exploitation, la ligne se prêterait à un établissement plus économique et donnerait alors du profit.

"*Adoption du système Fairlie.*—Relativement à la seconde question contenue dans le rapport de M. Sullivan, concernant l'application du système Fairlie, je suis porté à croire à tout ce qui a été dit en sa faveur et je considère qu'on pourrait obtenir par son adoption de meilleurs résultats que par le matériel roulant employé à présent sur les lignes à voie étroite.

"Pour toutes ces raisons je regarderais ceci comme un événement de la plus grande importance dans les chemins de fer, et comme un grand avantage pour l'Autriche, si M. Fairlie voulait entreprendre la construction et l'exploitation dans ce pays d'une ligne à voie étroite; j'espère qu'il l'entreprendra sans aucune garantie du gouvernement, mais avec une exemption complète des droits d'importation.

"J'irai cependant plus loin, et vu la grande importance des résultats d'un tel essai, et des preuves convaincantes qu'il apporterait de la supérioté du système, je recommanderai au gouvernement de lui venir en aide. Si un tel arrangement pouvait se faire sous peu, les entrepreneurs de la ligne de Salz-Kammergut changeraient peut-être leurs plans, et un

nouveau champ serait ouvert pour la voie étroite en Autriche ; elle donnerait ainsi un exemple semblable à celui qu'elle a donné lors de l'établissement d'un chemin de fer sur le Semmering."

Je vais citer maintenant quelques intéressantes et importantes données statistiques relatives aux chemins de fer à voie étroite existants, réunies par l'ingénieur italien bien connu, Biglia. Ces résultats montreront clairement que l'expérience actuelle confirme les arguments que j'ai avancés sur ce sujet.

Relativement au chemin de fer de $1^{m}.10$ de largeur (3 pieds 7 pouces) entre Anvers et Gand, M. Biglia dit que les recettes montèrent en 1868 à 875,222 fr., ou 19,500 fr. par kilomètre (0.62 mille) ; mais les frais d'exploitation s'accrurent de 1866 à 1868 presque exactement dans le même rapport que les recettes, de sorte que les profits varièrent peu, et furent de 369,754 fr., somme cependant suffisante pour payer plus de 7 pour cent aux actionnaires. Les directeurs de la ligne continuent très-sagement à ne pas l'embarrasser par un nouveau capital, et prennent sur le dividende pour constituer un fond de réserve servant à des travaux d'amélioration. Le capital en dehors du fonds de réserve était dans le principe de 4,700,000 francs ; il est actuellement de 5,200,000 francs.

C'est sur ce capital que le sus-dit intérêt de 7 pour cent est payé ; mais s'il était compté d'après le premier capital il serait d'environ 8 pour cent.

M. Biglia donne ces chiffres pour amener la question discutée des frais de transbordement de marchandises aux points du changement de largeur de voie.

Des observations basées sur l'expérience acquise à la station d'échange, à Lockeren (où la voie étroite, ligne d'Anvers à Gand, se relie aux chemins de fer de l'État de la voie ordinaire), ont été récemment publiées par M. Regnard dans un rapport adressé à la Société des Ingénieurs civils français. A la

station de Lockeren le transbordement des marchandises entre les deux lignes s'élève à 15,000 tonnes par an. Le transport manuel de wagons à wagons est fait de la manière la plus primitive, excepté pour de grands blocs de pierre et de lourdes machines ; on emploie pour eux une forte grue, de la manière suivante :

Les wagons à voie étroite sont mis à côté des plus grands, ou bien à leur suite, sur une voie mixte, et tous les deux sont mis à la portée de la grue ; le charbon et le minerai brisé sont transbordés à la pelle. Les frais de ce transbordement sont naturellement un maximum dont le décompte s'établit ainsi : Le total des frais d'exploitation de la station de transbordement s'élève à 6,688 fr. par an. De cette somme il faut déduire 2,007 fr. pour le service des voyageurs ; il reste 4,678 fr. pour la manutention de 15,000 tonnes, ce qui élève les frais à 3.11 d. (fr. 0.31).

M. Regnard donne aussi la description d'une ligne privée à voie étroite, en Belgique ; elle a 1 pied $11\frac{3}{4}$ pouces ($0^{m}.60$) de largeur, le transbordement des marchandises s'y fait pour 1.5d. (fr. 0.15) par tonne, et au plus à 1.8d. (fr. 0.18) comme maximum ; cette somme, dit-il, donne une moyenne plus exacte que l'expérience acquise à la station de Lockeren sur la ligne d'Anvers à Gand.

J'arrive maintenant à poser les conclusions de mes remarques en réponse à la "Revue" de M. Seymour. J'aurais pu les étendre au double de leur développement actuel, même en me bornant à répondre aux points renfermés dans le pamphlet de M. Seymour, pendant qu'il y en a d'autres qu'il n'a pas touchés, et que par conséquent je m'abstiens de reproduire ici. En même temps j'ai fait tout mon possible pour rester dans les strictes limites des faits, pour ne rien avancer que je ne puisse prouver, et pour ne rien affirmer que l'expérience n'ait prouvé et qui ne soit pas en harmonie avec le sens commun.

Quoique sur plusieurs points je me sois beaucoup plus

étendu que je n'ai fait jusqu'ici, il n'y a pas un fait dans ce pamphlet dont la substance du moins ne fût pas avancée par moi, depuis longtemps. Dans le principe, la pratique manquait pour faire l'épreuve de l'exactitude de mes assertions. Mais peu à peu l'expérience a prouvé que tout ce que j'avais avancé, pour les lignes à voie étroite bien exploitées, peut leur être attribué, à juste titre. Les préjugés contre lesquels j'ai eu à lutter tout d'abord, je les vois diminuer journellement de tous côtés, et si j'ai à rencontrer encore une forte opposition, elle est due à l'indifférence ou au préjugé ; l'indifférence résulte d'une absence de recherche, et le préjugé, de motifs conservateurs ou intéressés.

Je désire que l'on ne croie pas un seul instant que je me donne comme le fondateur des chemins de fer à voie étroite ; il en existait, et avec traction à vapeur, bien avant la construction du chemin de fer de Liverpool à Manchester, et la voie de 3 pieds 6 pouces était devenue un système national avant que je ne traite ce sujet. Mais je prétends être le premier qui ait affirmé que la voie étroite bien exploitée est égale dans son efficacité à la voie la plus large qu'on puisse construire, et j'ai montré la véracité de cette assertion. Je demande qu'on reconnaisse que j'ai montré comment la voie étroite peut être rendue efficace, et que j'ai perfectionné la locomotive à cet effet. En outre j'affirme avoir travaillé à faire reconnaître la vérité de la doctrine de la voie étroite, et avoir essayé de guider l'opinion publique, à un tel point qu'aujourd'hui des milliers de milles de lignes à voie étroite sont en cours de construction ou à l'étude ; de plus une bonne proportion de cette quantité est exploitée ou le sera avec les machines et le matériel de M. Fairlie.

Il y a très-peu de gens, même parmi les partisans obstinés de la voie large, qui tenteraient de nier que le trafic se fait avec une énorme disproportion de poids mort ; en d'autres mots que les voitures les mieux adaptées pour la voie de 4 pieds

MATÉRIEL TYPE FAIRLIE

POUR LE

CHEMIN DE FER DE DUNEDIN ET PORT-CHALMERS,

NOUVELLE-ZÉLANDE.

[Voie de 3 pieds 6 pouces (1 m.06.).]

VOITURE MIXTE.

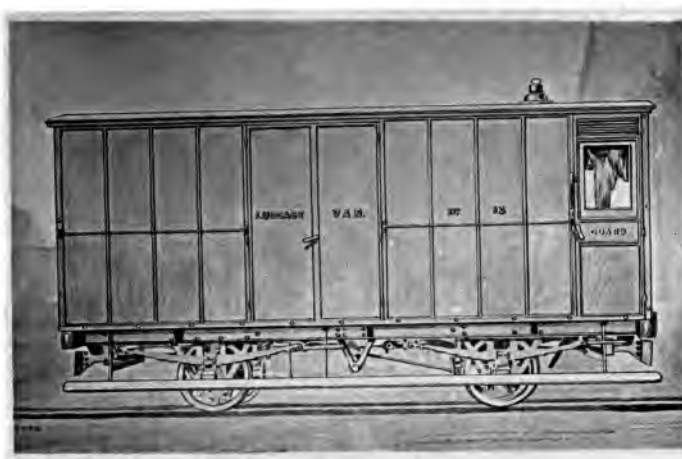
Poids, 3.60 tonnes.

Contenance :

Voyages courts { 8 places de 1re classe. / 20 „ 2e „ } Voyages longs { 6 places de 1re classe. / 16 „ 2e „ }.

FOURGON A FREIN, POUR LE BAGAGE DES VOYAGEURS.

Poids, avec un frein à double vis, 3.050 tonnes.



$8\frac{1}{2}$ pouces sont trop grandes pour les poids payants dont le transport est limité par les nécessités du trafic. M. Seymour admet cela clairement, quand il recommande de poser les wagons à voie étroite sur des châssis de voie large. N'est-il pas alors étrange de voir qu'il est si difficile de convaincre les ingénieurs de ce fait, qu'il serait plus économique de construire des chemins de fer présentant un meilleur rapport avec les nécessités de leur trafic respectif, de réduire la grandeur et le poids des wagons jusqu'à ce que l'on atteigne une proportion économique entre le poids mort et le poids utile ; d'obtenir en un mot tous les avantages donnés par un matériel plus léger et plus commode, de pouvoir construire une voie moins coûteuse et de réduire les frais d'exploitation ainsi que ceux des réparations ? La nécessité est si impérieuse, et la solution du problème si claire qu'il est impossible de ne pas le comprendre.

Il y a beaucoup de personnes qui admettent que la voie étroite a des avantages, dans quelques cas, comme pour un trafic peu considérable et incertain. Les ingénieurs qui pensent ainsi n'ont pas suffisamment étudié la question. Pour eux la voie étroite est une voie large sur une échelle réduite, avec une réduction de capacité, d'efficacité, de vitesse et de sûreté ; ils oublient qu'on ne peut assigner aucune limite à la capacité de la voie étroite bien exploitée, et qu'on peut y obtenir, sans danger, une grande vitesse. Pour un pays nouveau et pauvre, disent-ils, la voie étroite est convenable ; ils ont raison, car dans de pauvres pays le bon marché dans la dépense première est de toute importance. Mais je maintiens que pour tous les pays, pauvres ou riches, pour toutes sortes de lignes, principales ou d'embranchements, le système de chemins de fer le plus avantageux est la voie étroite. J'excepte bien entendu les circonstances spéciales où il faut une vitesse de 45 à 60 milles (72 à 96 kilom.) à l'heure ; dans de tels cas l'économie est d'une importance secondaire, et quoique je pense que toute vitesse pratique soit sans danger sur une voie de 3 pieds

6 pouces (1m.06), j'hésiterais à défaut d'une plus grande expérience, à y recommander un degré de vitesse plus élevé que celui de 45 milles à l'heure (72 kilom.).

Mais sur toutes les lignes ordinaires à voyageurs ou à marchandises, je recommande sans hésiter l'adoption d'une voie de 3 pieds ou celle de 3 pieds 6 pouces, et cela pour les raisons que j'ai avancées plus haut. En résumé ces avantages sont :

1° La voie étroite, en raison de sa diminution de largeur et vu sa plus grande facilité à s'accommoder à la surface naturelle du terrain, peut-être construite pour environ les $\frac{2}{3}$ des frais de la voie large.

2° Le matériel roulant peut être construit de dimension plus en rapport avec les chargements qu'il aura à porter, d'où réduction du poids mort, parce que les marchandises qui ne seraient qu'une petite portion d'un chargement complet pour un wagon de voie large, s'approcheraient nominalement du chargement complet du wagon de la voie étroite : or, celui-ci peut être construit plus léger par tonne de capacité que ne peut l'être un wagon de la voie large ; de plus les proportions du premier peuvent être adaptées avec économie à la voie, ce qui ne peut se faire dans le second cas, car tandis que des wagons de 7 pieds (2m.13) de largeur peuvent être construits pour la voie légère et étroite, des wagons du double de la largeur de la voie large seraient excessivement lourds, et d'ailleurs ne seraient d'aucune utilité.

3° L'économie réalisée dans la traction des trucks vides est proportionnelle à la réduction des frais de transport opérée sur les wagons remorqués à charge complète ; il est plus facile de faire mouvoir le petit matériel, et quant aux wagons n'ayant plus la fatigue d'un poids mort excessif, qui est non seulement inerte mais encore destructif, leurs réparations sont beaucoup moins coûteuses ; il faut se rappeler que ce poids mort du matériel est une cause active de sa détérioration.

MATÉRIEL TYPE FAIRLIE

POUR LE

CHEMIN DE FER DE DUNEDIN ET PORT-CHALMERS,

NOUVELLE-ZÉLANDE.

[Voie de 3 pieds 6 pouces (1 m.06.).]

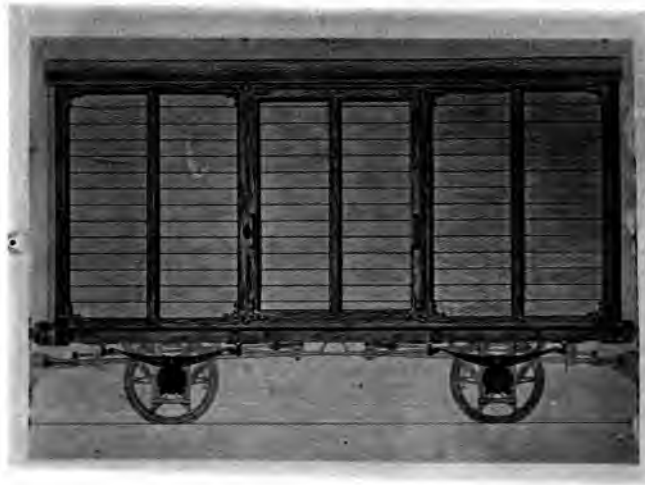
WAGON COUVERT A MARCHANDISES.

Poids, 2 tons, 15 cwt. (2.750 tonnes); chargement, 7 tonnes ;

capacité, 546 p. cub. (14 mèt. cub.).

WAGON OUVERT POUR MARCHANDISES.

Poids, 2 tons, 7 cwt. (2.350 tonnes); chargement, 7 tonnes.



4° Le poids mort étant moindre sur la voie étroite que sur la voie large, le poids sur les rails est diminué, et la base de roue étant plus courte il y a plus de facilité à traverser les courbes, alors les rails s'usent moins vite ; le déchirement du rail est aussi évité par le fait que le glissement du rail extérieur est moindre sur la voie étroite que sur la voie large.

5° La force de locomotion nécessaire à la traction d'un poids payant donné, sur une voie étroite, est moindre que celle qui serait nécessaire à la traction du même poids sur une voie large, par ce fait que le poids mort des voitures est moindre dans le premier cas, et en pratique, comme on ne peut obtenir que des chargements partiels pour chaque wagon, l'avantage en faveur de la voie étroite est très-clair.

6° La petite voie permet une grande réduction dans l'énorme poids mort inséparable de la voie large ; l'entretien et les réparations de la route, des machines, du matériel roulant sont réduits, de sorte que l'économie réalisée dans les frais primitifs continue à se produire aussi dans l'exploitation de la ligne.

Sur deux des plus importantes questions, M. Seymour et moi sommes tout-à-fait d'accord : sur la question de sécurité comparative, nous nous accordons aussi, et sur la vitesse relative, il n'y a même pas de grande différence d'opinion entre nous ; mais il ne peut pas encore abandonner la largeur de voie avec laquelle il a été élevé. Par tout ce qu'il abandonne, et par les recommandations qu'il fait, il admet absolument que le rapport du général Buell doit être pris en considération.

J'espère avoir montré clairement pourquoi la suggestion de M. Seymour, d'adapter des voitures de voie étroite sur une voie large, est impraticable ; toutefois j'admettrai volontiers que, avec le type ordinaire de locomotive, la voie étroite est de peu d'avantage. C'est sur ce point que j'affirme avoir tout fait ; c'est par le perfectionnement d'un système de machines, et je fus le premier à le proposer il y a quelques années, que j'ai réussi à rendre la voie étroite supérieure à la voie large, au

point de vue de l'efficacité et de l'économie. C'est la machine Fairlie qui transforme de suite une petite ligne de chemin de fer d'une capacité insignifiante, et d'une utilité très-limitée, en une ligne susceptible de desservir une quantité considérable de trafic ; en effet la machine Fairlie ne dépendant pas de la largeur de la ligne qu'elle parcourt, il en résulte qu'une plus grande quantité de marchandises peut être transportée sur la voie étroite que sur la voie large, car non seulement la force de la machine est plus grande, poids pour poids, comme je l'ai déjà expliqué, mais le poids mort à traîner a subi une telle réduction que la puissance utile de la machine est de beaucoup augmentée.

Les avantages que j'assigne à la machine Fairlie sont les suivants :

1° Elle résout le grand problème de la voie étroite et donne autant d'efficacité à de telles lignes qu'à celles de grande largeur.

2° Tout le poids de la machine est utilisé pour l'adhérence, avantage que ne peut donner une autre machine, à moins d'admettre l'inconvénient d'une longue et rigide base de roue.

3° La machine Fairlie, ayant une très-courte base de roues, peut traverser les plus petites courbes sans détériorer ni la voie ni la machine, et en même temps l'articulation parfaite des châssis de dessous avec la chaudière permet tout mouvement vertical ou horizontal.

4° Pendant que le poids entier de la machine est utilisé pour l'adhérence en montant de fortes rampes, la subdivision de poids réduit si considérablement la charge par roue sur le rail qu'on peut employer une section de rail plus légère qu'il ne serait prudent de l'admettre avec les machines ordinaires, même beaucoup moins puissantes.

5° Pendant que la grande surface de chauffe qu'on peut employer par mon système mettra une machine à voie étroite à même de remorquer avec facilité un lourd chargement sur de

LOCOMOTIVE SYSTÈME FAIRLIE

POUR LE

CHEMIN DE FER MEXICAIN.

[Voie de 4 pieds 8½ pouces (1m.44).]

4 cylindres de 15 p. (0m.38) de diamètre et de 22 p. (0m.56) de course; roues de 3 p. 6 p. (1m.06) de diamètre, toutes couplées; surface totale de chauffe, 1,687 p. c. (152mc). Approvisionnements: 2,200 gallons (9.900 litres) d'eau, 20 cwt. (1 tonne) de charbon, 180 p. cub. (4.08 mèt. cub.) de bois; poids en ordre de marche, 59 tonnes; effort de traction mesuré au ra (avec une pression moyenne de 100 livres [7 kil.]) = 21,600 livres (9,720 kil.)

LOCOMOTIVE-FAIRLIE

POUR LE

CHEMIN DE FER DE DUNEDIN ET PORT-CHALMERS,

NOUVELLE-ZÉLANDE.

[Voie de 3 pieds 6 pouces(1m.06).]

4 cylindres de 10 p. (0m.25) de diamètre et 18 p. (0m.46) de course; roues, de 3 p. 9 p. (1m.14) de diamètre, toutes couplées; surface de chauffe totale, 892 p. carrés (80mc); approvisionnements: 890 gallons (4,000 litres, d'eau, 17 cwt. (850 kil.) de charbon; poids en ordre de marche, 28 tonnes; effort de traction (au rail, avec une pression moyenne de 100 livres [7 kil.]) = 8,000 livres (3,600 kil.).

longues et fortes rampes, ce qu'il serait impossible de faire avec des machines ordinaires de la même voie parce qu'elles manqueraient de vapeur, le niveau d'eau au-dessus de la boîte à feu reste toujours constant. Cela explique l'impossibilité où l'on est d'employer deux machines ordinaires accouplées, pour faire le travail d'une seule machine Fairlie parce que les deux machines avec un chargement complet derrière elles, dépenseraient leur vapeur aussi vite qu'une seule, et parce que, tandis que le niveau de l'eau dans une des machines serait très-élevé au-dessus du foyer, le foyer de l'autre machine pourrait se trouver à découvert.

6° La machine Fairlie donne plus de force et fonctionne avec plus d'économie, et une consommation de combustible que l'expérience montre être au moins de 25 pour cent inférieure à celle de deux machines quelconques des mêmes dimensions principales.

7° Sur les voies les plus difficiles, la machine Fairlie fonctionne d'une manière extrêmement aisée, une longue expérience a attesté cette vérité. Les mêmes avantages existent exactement si l'on fait une comparaison entre la machine Fairlie et la locomotive ordinaire sur la voie généralement adoptée ; il est toujours sous-entendu que le chiffre du trafic doit être assez élevé.

Voici les objections que l'on fait à l'emploi de la machine Fairlie pour les chemins de fer à voie étroite :

1° La machine peut avoir plus de force qu'il n'en faut pour le trafic, et deux machines ordinaires seraient plus convenablement employées ensemble quand il le faut, et séparément dans les circonstances ordinaires.

Cette première objection est un argument très-puissant en faveur de la voie étroite, car si une locomotive ordinaire, d'une force très-limitée, est suffisante pour le trafic total, quelle disproportion n'aurait pas alors une ligne de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces pour un trafic qui peut se faire par une machine ordinaire sur

une voie étroite? Mais j'affirme que par une sage organisation un nombre suffisant de trains pesants peut toujours être expédié (à moins que la ligne ne soit tout-à-fait insignifiante) ; et il est évidemment moins coûteux d'expédier un long train que deux courts, remorqués par des machines séparées. Quant à l'accouplement accidentel des deux machines, j'en ai parlé plus haut.

2° On affirme que les joints de vapeur reliant la chaudière aux cylindres et au tuyau d'échappement ne resteront pas étanches. L'expérience a prouvé que cette crainte n'était pas fondée.

3° Les réparations seraient excessives? L'expérience prouve que ceci n'est pas exact.

4° On objecte aussi que les machines Fairlie seraient trop puissantes pour les chaînes d'attelage des wagons du matériel ordinaire, et que pour cette raison on ne pourrait utiliser complètement leur puissance ; on oublie que l'on peut adapter à un trafic quelconque quoique limité, la capacité de ces machines ; mais je déclare hautement qu'une des principales causes du bris actuel des chaînes d'attelage "est le manque de force dans la machine ordinaire," parce que ces machines ne peuvent démarrer leurs trains que lorsque les attelages des wagons sont lâches, c'est-à-dire présentent un espace de 6 à 12 pouces (0^{m}.19 à 0^{m}.30) entre les tampons des wagons contigus. C'est pourquoi les machines démarrent les wagons les uns après les autres, et de cette manière elles peuvent avoir parcouru 7 ou 8 yards (6 à 7 mètres) avant que le mouvement ne soit imprimé au dernier wagon. On comprendra facilement que ce mode de démarrage réclame une grande précaution de la part du mécanicien, parce que le brusque mouvement imprimé aux wagons à l'arrière du train, quand la première portion à déjà acquis une vitesse de 3 ou 4 milles à l'heure, est trop fort pour les chaînes d'attelage, et produit souvent leur rupture. Elles ne se brisent jamais par une bonne traction, et ce n'est que par les coups de traction brusques donnés

LOCOMOTIVE-FAIRLIE

POUR LE

CHEMIN DE FER DU "PATILLOS," PÉROU.

[Voie de 2 pieds 6 pouces (0 m.76).]

4 cylindres de 10 p. (0 m.25) de diamètre et 18 p.(0 m.46) de course; roues de 3 p. 3 p. (1 m) de diamètre, toutes couplées; surface de chauffe totale, 829 p. c. (78 m c); approvisionnements: 800 gallons (3,600 litres) d'eau, 17 cwt. (850 kil.) de charbon; poids en ordre de marche, 26 tonnes; effort de traction (au rail, avec une pression moyenne de 100 livres [7 kil.]) = 9,230 livres (4,200 kil.).

LOCOMOTIVE-FAIRLIE

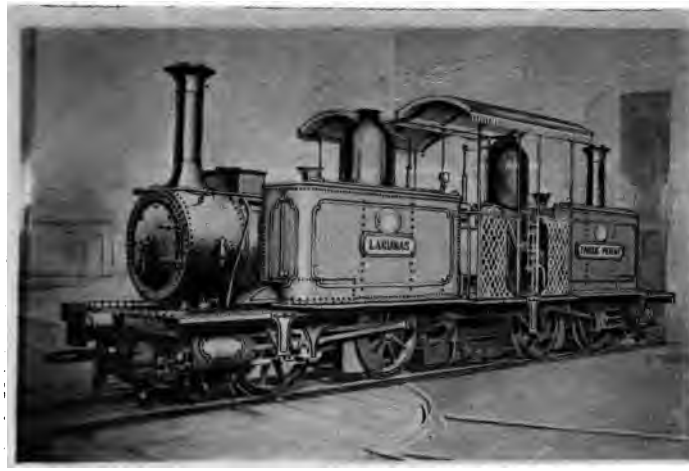
POUR LES TRAINS EXPRESS-POSTES,

SUR LE

CHEMIN DE FER "GRANDE COMPAGNIE RUSSE."

[Voie de 5 pieds (1 m.52.).]

4 cylindres de 14 p. (0 m.36) de diamètre, 22 p. (0 m.56) de course; 8 roues motrices de 5 p. 6 p. (1 m.68) de diamètre; roues de support de 3p. 6p. (1 m.06); surface totale de chauffe, 1,520 p. c. (137 m c); approvisionnements: 2,400 gallons (10,800 litres) d'eau, 360 p. cub. (10 mèt. cub.) de bois; poids en ordre de marche, 54 tonnes; effort de traction (au rail, avec une pression moyenne de 100 livres [7 kil.]) = 13,000 liv. (5,890 kil.).


LAGUNAS

au moment du départ. Ce peu de raideur des chaînes contribue aussi quelquefois au bris des wagons, parce que sur une route inégale quelques-uns montent sur les autres ; leur choc rejette l'anneau de la chaîne d'attelage hors du crochet de traction, et le train se trouve alors divisé en deux parties ; cet accident arrive souvent sur les rampes : les wagons détachés font bientôt un mouvement rétrograde le long de la rampe, mettant ainsi souvent la vie des voyageurs en danger, et causant d'immenses dommages.

Ces brusques mouvements sont très-nuisibles aux wagons, parce que le choc agissant directement sur le châssis, il y a par suite tendance à arracher de son châssis le corps du wagon qui contient le chargement. On peut surtout remarquer cela dans le transport des bestiaux, et voir comment les animaux, étant jetés contre l'extrémité du wagon, sont souvent renversés et estropiés. Le fait se produit aussi lors de l'arrêt du train, mais cette fois-ci l'accident est causé par la rupture ou le décrochage des chaînes d'attelage ; les faits sont dans un ordre inverse, mais sont également destructeurs pour les wagons et leur chargement. Je maintiens que ce tamponnement et ce brusque mouvement occasionnent plus de destruction et de frais d'entretien que si les wagons faisaient en charge dix fois plus de parcours qu'ils ne le font aujourd'hui ; il faut alors 1° que les wagons soient beaucoup plus pesants qu'ils ne devraient l'être ; 2° que les chaînes d'attelage soient plus fortes qu'il ne faut, et ils s'usent en raison de leur poids mort.

Or, avec la machine et le matériel Fairlie, les voitures et wagons sont tous attelés rigidement les uns aux autres, de sorte qu'il n'y a ni coups de tampons, ni mouvements brusques ; la machine Fairlie, en raison de ses quatre cylindres " peut démarrer n'importe quel train sur toute rampe qu'elle peut gravir, avec une vitesse de 12 milles (20 kilom.) à l'heure ;" en conséquence les wagons peuvent être réduits en poids, et l'on trouvera aussi les chaînes d'attelage en usage actuel assez

fortes pour des trains du double de la longueur actuelle : la durée des wagons serait plus considérable, et les frais d'entretien seraient réduits à un minimum.

5° On objectera qu'au passage du sommet d'une rampe opposée, les roues motrices de l'avant-truck mobile descendant, tandis que l'arrière-truck mobile continue son ascension, il y a tendance à dérailler ; la raison étant que le poids normal qui repose sur elles serait diminué, la ligne d'axe du truck mobile restant parallèle à celle de la chaudière, et de cette manière l'avant de la machine serait allégé à un degré dangereux. Ce raisonnement est certainement erroné, et comme cette objection a été soulevée, en dehors des remarques de M. Seymour, par un ingénieur considéré comme un de nos meilleurs praticiens en locomotives, j'ai cru devoir répondre à cette dernière un peu plus longuement que je ne pourrais le faire ici ; j'ai alors développé dans un appendice la démonstration de l'erreur de cet argument.

La dernière et la plus grande objection faite dans ce pays à la locomotive Fairlie, c'est parce qu'elle *est* la machine de Fairlie. Le même préjugé qui s'efforce d'empêcher le développement des chemins de fer à voie étroite s'étend aussi, et cela peut-être tout naturellement, aux moyens de développer leur utilité.

Maintenant je laisse cette grande et importante question des chemins de fer à voie étroite à l'examen du public, avec l'espérance que j'ai entièrement démontré la vérité de la proposition que j'avais avancée dans un exposé lu par moi à Liverpool, en 1870, devant les membres de la "British Association"—proposition qui devrait être gravée dans l'esprit de tout ingénieur, et qui se formule ainsi : *tout pouce, ajouté à la largeur d'une voie, en plus de ce qui est absolument nécessaire pour le trafic, accroît les frais de construction, augmente la proportion du poids mort, les frais d'exploitation, et, en conséquence, cause aussi l'augmentation des tarifs imposés au public ; d'où réduction d'autant de l'effet utile des chemins de fer.*

LE CHEMIN DE FER

DE

DENVER ET DE RIO-GRANDE.

Depuis la rédaction de ce livre, j'ai reçu de Samuel Bowles, Esq., dont la réputation est faite, un rapport sur le chemin de fer de Denver et de Rio-Grande, auquel j'ai déjà fait allusion ; les extraits suivants montreront combien les faits confirment mes assertions :

Il y a deux ans, alors qu'il n'existait pas un mille de voie ferrée dans tout le Colorado et que le silence de ses vastes plaines n'avait jamais été interrompu par le sifflet de la locomotive, on causait à Denver du réseau des chemins de fer du Colorado, dont cette ville devait être naturellement le centre, avec autant de confiance scientifique et de minuties de détails qu'un jeune chirurgien explique à un ignorant ébahi le système merveilleux et compliqué du corps humain. Si l'auditeur était enclin à l'incrédulité, ses instincts lui enseignaient à ne pas le laisser voir ; il écoutait, était frappé d'étonnement, et se prosternait devant l'audace occidentale ! Mais maintenant, il voit tous ces projets réalisés ; l'entreprise a réussi en appliquant tous les détails proposés dans le principe, et même quelques-uns dans lesquels on avait à peine confiance.

Cinq lignes distinctes rayonnent autour de Denver : le Kansas-Pacific, qui forme sa jonction directe et principale avec l'Est ; le Denver-Pacific, s'étendant au Nord sur un espace de près de cent milles et se raccordant avec le tronc principal de la ligne Pacific-Union, à Cheyenne ; la ligne de la vallée de Boulder, arrivant de trente milles au Nord-Ouest au pied des montagnes, reliant déjà des houillères étendues, aux hauts fourneaux de Denver ; l'année prochaine sera signalée par l'addition de vingt milles à cette ligne, de manière à pénétrer dans le centre d'une contrée riche en or et en argent, le Colorado central, s'étendant à l'Ouest dans les montagnes ;

vingt milles sont ouverts maintenant jusqu'à "Golden City,"* au pied des montagnes ; le tracé est ensuite préparé bien au delà de l'étonnant "Clear Creek Canyon," vers le centre du grand district minier de "Central City" sur une longueur d'environ quarante milles qui seront achevés en une année environ ; et enfin la ligne de Denver et Rio-Grande, s'étendant vers le Sud, et aujourd'hui livrée à la circulation jusqu'au point d'où je date cette lettre, à soixante-seize milles de Denver. Cette ligne, s'étendant vers le Sud, sera prolongée de quarante-trois milles jusqu'à la ville florissante de Puebla, sur la rivière Arkansas, et sera finie pour le printemps prochain. Outre ces lignes livrées à l'exploitation, et leurs embranchements, d'autres projets de chemins de fer s'organisent et promettent d'être bientôt en voie d'exécution.

Un de ces projets est la ligne directe tracée vers la ligne de l'Union-Pacific, s'étendant au nord-est de Denver jusqu'à Julesbourg, station de ladite ligne, située à cent milles à l'est de Cheyenne ; ce chemin traverse une contrée où abondent les fermes et les pâturages, au nord-est du Colorado. Cette entreprise est patronée par la ligne Union-Pacific, tandis que le Denver-Pacific est sous le patronage du Kansas-Pacific, et elle apportera à l'Union-Pacific, ce dont cette ligne est aujourd'hui privée, une juste participation au trafic provenant de l'est du Colorado. Un autre projet consiste dans une ligne partant de Denver, Canon City, ou des sources du Colorado, et allant dans la contrée de South Park, et le centre de son riche district minier, avec un prolongement ultérieur, par la route de Hoosier Pass, ou les chutes de l'Arkansas, vers la vallée de Salt Lake ; il ferait là sa jonction avec la ligne centrale Pacifique de Californie, ce qui donnerait à cette dernière l'avantage de deux points de raccordement avec l'Est. Outre ces lignes, et se présentant comme les deux nouvelles entreprises principales promettant le plus de succès, se trouvent plusieurs projets de prolongements des lignes actuelles pour relier des houillères ou des exploitations d'or et d'argent d'une valeur reconnue, dans les chaînes de montagnes ou sur leurs flancs.

Le principal objet de cette lettre est de décrire cette vaste entreprise de Denver et de Rio-Grande, qui est le commencement d'une grande ligne du Nord au Sud, s'étendant du centre des Etats-Unis jusqu'au centre du Mexique, courant le long du plateau supérieur situé juste au pied de la grande chaîne de montagnes qui forme, pour ainsi dire, l'épine dorsale du continent, et traversant un pays riche en ressources agricoles et minérales ; cette contrée est très-favorable, par les motifs ci-dessus, par la salubrité de son climat, à l'émigration faite sur une grande échelle. Pour la nation,

* Cité d'Or.

sinon pour le Colorado lui-même, c'est là l'importance capitale de ce réseau si renommé ; mais il y a un deuxième point de vue d'intérêt spécial qui doit attirer l'attention de tout constructeur et exploitant de chemins de fer, c'est que cette ligne est établie suivant les principes de la fameuse voie étroite, maintenant à l'ordre du jour. Il y a deux courtes lignes de cette sorte, au Canada, desservant des districts agricoles ; mais on peut à juste titre compter celle qui nous occupe, comme la première entrant hardiment en lutte et en concurrence avec les lignes ordinaires à voie large ; cette ligne placée dans une contrée d'une valeur sans conteste au point de vue de la justification de l'établissement des chemins de fer et du commerce en général, a choisi la voie étroite, non seulement dans le but d'avoir une construction moins coûteuse, mais encore dans l'espérance de réaliser une exploitation plus économique et mieux utilisée tout en desservant un trafic général pouvant augmenter sans limite. Le succès de la construction et de l'exploitation des premiers soixante-seize milles de cette ligne, parcourant une contrée peu accidentée, aussi favorable pour la construction d'une voie large qu'aucune autre partie de nos plaines de l'Ouest, a surpris à juste titre tous les gens intéressés à l'art des chemins de fer, et venus pour critiquer et inspecter cette ligne, non seulement de toutes les parties de l'Amérique, mais de l'Europe ; une nouvelle bataille entre les largeurs de voies a été ainsi engagée.

La vieille guerre représentée par la lutte de la voie de 6 pieds (1m.83) de l'Erie, avec la voie de presque toutes les autres lignes américaines et européennes, c'est-à-dire 4 pieds 8½ pouces (1m.44) avait cessé ; la bataille avait été gagnée par la petite largeur de voie ; mais maintenant le défi a été jeté à cette dernière par une ligne lilliputienne de 3 pieds, qui lui demande de prouver son droit à rester maîtresse du champ de bataille en se fondant sur des motifs d'économie et de capacité. Il ne m'appartient pas, non plus qu'à aucun autre, de trancher cette question dès maintenant. Je puis seulement parler de ses particularités, et décrire les progrès de l'expérience, qui ici, presque dans les plaines sauvages de l'Amérique centrale, a si soudainement soulevé la question, fait aussi incroyable et unique qu'aucune des nombreuses innovations et révolutions singulières, jetées par l'Amérique à la face d'un monde marchant méthodiquement. On me permettra de confesser la profonde impression produite sur moi par ce que j'ai vu et entendu de ce qui se rapporte à cette entreprise.

La voie et ses trains en premier lieu paraissent comme un jouet de

chemin de fer, contrastant avec les voies plus larges et plus pesantes, et les véhicules plus grands des autres lignes ; de construction délicate, tous les deux semblent presque trop faibles pour un travail dur et actif, et paraissent surtout incapables de soutenir la grande lutte qu'ils ont cependant sollicitée. Néanmoins, tous deux accomplissent certainement leur tâche, en présentant confort, célérité et succès. La chaussée de la voie présente 10 à 12 pieds de large ($3^{m}.05$ à $3^{m}.66$), au lieu de 15 pieds ($4^{m}.62$) ; la distance entre les rails est de 3 pieds ($0^{m}.915$), au lieu de 4 pieds $8\frac{1}{2}$ pouces ($1^{m}.44$) ; les traverses ont $6\frac{1}{2}$ pieds ($1^{m}.98$), au lieu de 8 pieds ($2^{m}.44$) ; le poids par yard des rails est de 30 livres ($16\frac{1}{2}$ k. par mètre), au lieu de 56 (31) ; les machines pèsent de 12 à 16 tonnes, au lieu de 25 à 30 tonnes, et n'ont sur leurs roues motrices que presque la moitié du poids qui repose sur celles des locomotives plus grandes ; les voitures (cars) à 8 roues, portant 32 voyageurs, pèsent 6 tonnes, au lieu de 18 tonnes sur 8 roues et pour 50 personnes ; les wagons pèsent 2 tonnes, sont à 4 roues, et portent de 4 à 5 tonnes, comparés aux autres de 9 tonnes, à 8 roues, et susceptibles de porter 10 tonnes. Quatre personnes étaient assises dans le car ordinaire ; trois seulement le sont dans les cars étroits, deux d'un côté et une de l'autre côté du couloir ; le couloir du car présente au milieu de sa longueur une porte de séparation ; les siéges pour deux ou une personne respectivement, sont opposés dans les deux parties, de manière à équilibrer la voiture. Les cars introduits dans le principe avaient 7 pieds de large ($2^{m}.13$) et $10\frac{1}{2}$ pieds ($3^{m}.20$) de hauteur du rail à leur sommet. On a trouvé qu'ils étaient un peu trop ramassés de forme et ne se prêtaient pas tout-à-fait suffisamment au confortable voulu pour les voyageurs, et l'on est en train de remédier à cet inconvénient dans les nouveaux cars en voie de construction. Des cars à lit, ou avec salon, peuvent être construits pour les voies étroites, et donner place à encore plus de personnes, en proportion de leur grandeur et de leur poids, que ne le font actuellement les cars ordinaires de ce genre.

Les nouveaux wagons à marchandises sont à 8 roues, pèsent $3\frac{1}{4}$ tonnes et portent 9 tonnes.

Les frais de construction de ces 76 milles (120 kilom.) et de leur équipement, *y compris stations, abris contre la neige, palissades, ballast complet, ateliers pour wagons et machines, hôtels, bureaux, et les accessoires de l'exploitation*, se sont élevés à 14,000 dollars *par mille* (46,000 fr. environ par kilom.), pendant que la ligne du Kansas-Pacific, passant à travers un pays semblable, construite par les mêmes ingénieurs, et presque par les

mêmes entrepreneurs, a coûté 22,000 dollars (environ 69,000 fr. par kilom.). La nouvelle route, il est vrai, présente quelques avantages, la main-d'œuvre était moins coûteuse, l'expérience plus acquise, et la proximité plus grande pour les traverses et plusieurs autres matériaux.

La différence réelle entre les dépenses des deux lignes dans un pays ouvert comme celui-ci serait, il me semble, inférieure aux chiffres cités ; mais si l'on pénètre dans une région montagneuse, où de profondes excavations, ainsi que des tunnels sont nécessaires, où il faut grimper le long des collines, et contourner les escarpements difficiles, les avantages seraient beaucoup plus marqués. Ainsi, par exemple, on travaille actuellement à une ligne montant le long du " Clear Creek Canyon " jusqu'au centre de la montagne formant le district minier du Colorado ; *on avait fait une estimation se montant à* 90,000 *dollars par mille pour la grande largeur de voie, et la voie étroite a coûté seulement* 20,000 *dollars.* Si l'on prend la moyenne de la construction des chemins de fer, il n'est probablement que juste de dire que les voies étroites peuvent être construites et équipées *pour environ les trois cinquièmes du prix d'une voie ordinaire.* Considérez aussi le grand avantage qu'obtient la voie peu coûteuse et étroite sur la voie large dans sa plus grande facilité de payer la charge des intérêts du capital. Ce compte est "le vieil homme de la mer," qui s'attache aux épaules de chaque nouvelle compagnie de chemins de fer, et l'on pourrait raconter mainte fâcheuse histoire de la manière dont certaines entreprises ont échoué peu à peu malgré leur énergie, et ont été à la fin absorbées par les obligataires. Mais comme la voie étroite ne coûte que les trois cinquièmes du prix de la voie large, elle n'a que les trois cinquièmes de l'intérêt à payer ; elle présente en même temps une *égale capacité* pour rapporter *autant d'intérêt* que la voie large, attendu qu'elle transporte *à des prix rémunérateurs toutes les marchandises et les voyageurs que recevrait la voie large.* En d'autres termes, toutes choses égales d'ailleurs, la sécurité de l'argent placé en obligations de la ligne à voie étroite est comme *cinq est à trois*, comparativement à un placement semblable pour une ligne à voie large.

Partant de Denver, la ligne qui nous occupe parcourt la vallée de la Platte et de ses tributaires jusqu'au sommet de ce qu'on appelle " le Colorado divide," * qui est une crête de plateau élevé formant angle droit avec la chaîne de montagnes, et séparant les eaux de la Platte et de l'Arkansas. Il y a 8,000 pieds (2,400 m.) d'altitude s'élevant de 2,000 pieds (600 m.)

* Faîte du Colorado.

depuis Denver; la rampe monte graduellement, et nulle part elle ne dépasse 1 sur 70 (14 mill. par m.); la route descend ensuite avec la même inclinaison jusqu'à un point d'une altitude de 6,000 pieds (1800 m.), situé au centre du groupe des affluents dit " Pike Peak," de l'Arkansas. La voie étroite ne prétend à aucun avantage sur la voie large pour la question des rampes, si ce n'est que ses trains ont *moins de poids mort, et peuvent monter une forte rampe avec une moindre dépense de force;* mais sous le rapport de la flexibilité pour contourner les escarpements, elle a certainement un *double avantage.*

Vient ensuite la question la plus importante, celle de l'économie dans l'exploitation. Les véritables avantages de la voie étroite sous ce rapport se trouvent en partie mis en évidence par quelques-uns des chiffres précités des poids et des capacités des machines et des wagons. Le principe qui domine est celui-ci: étant donnée une largeur de voie suffisante pour obtenir la capacité de voie nécessaire, toute augmentation de largeur accroît le poids des machines et des wagons en plus grande proportion qu'elle n'ajoute à la capacité; en d'autres termes, le poids mort d'un train s'accroît avec la largeur de la voie. Sur cette doctrine reposent les prétentions de la voie étroite, c'est le terrain où la bataille doit se livrer. Si cela est vrai, si l'expérience prouve ses prétentions, et jusqu'à un certain point cela paraîtrait être bien prouvé par la pratique, alors la voie étroite gagne la bataille; autrement non. Le lecteur verra, en s'en rapportant aux poids et aux capacités des wagons donnés plus haut que la voie étroite peut transporter deux fois autant de voyageurs et plus de deux fois autant de marchandises par tonne de véhicule que la voie ordinaire, c'est-à-dire que sur deux trains pesant cent tonnes chacun, le train de la voie étroite portera deux fois le nombre de voyageurs, ou deux fois le nombre de tonnes de marchandises, que le train de la voie ordinaire. C'est là, certainement, un fait remarquable. Il faut probablement admettre une certaine rectification en ce sens que l'on doit admettre que les véhicules de la voie étroite, tels qu'ils sont usités ici, sont trop légers et trop petits, pendant que les wagons de la voie ordinaire sont inutilement lourds. Cependant, tout en laissant beaucoup de latitude des deux côtés, soit pour augmenter, soit pour diminuer, la règle posée s'appliquera encore à un tel point, que dans l'hypothèse de trains entiers, les lignes à voie étroite peuvent transporter une beaucoup plus grande proportion de poids payant que la voie ordinaire ne peut le faire. En pratique l'avantage serait encore plus en faveur de la voie étroite, car nous savons que très-peu de trains sont complets, soit en voyageurs, soit

en marchandises ; il y a toujours beaucoup de place vide. Il est probablement très-rare qu'un train ordinaire de marchandises porte autant de tonnes de poids payant qu'il en a de poids mort ; tandis que lorsque nous considérons combien est plus grand le nombre de marchandises sur une voie que sur l'autre en général, et par conséquent, combien de wagons vides ou à moitié remplis doivent être remorqués dans un sens, de plus, quand nous considérons les nécessités du trafic local, et le nombre de wagons remplis à moitié ou au quart, exigés pour desservir ce trafic, nous pouvons croire sans peine que la moyenne de l'excès de poids mort considéré est très-élevée.

On affirme actuellement que pour les voies étroites, et en vertu du principe posé, il y a, par leur emploi, certitude absolue de réduction de cette grande différence ; et l'on assure que dans l'expérience actuelle où les véhicules doivent être souvent à moitié chargés, ou faire dans un sens un parcours entièrement à vide, *l'avantage des vehicules plus petits et plus légers, accroîtra encore le gain sous le rapport de la puissance ou du matériel.* Ces assertions reposent en majeure partie sur la théorie, il est vrai ; il n'y a pas encore eu de grande ni de complète expérience avec les lignes à voie étroite, desservant un trafic général et mises en comparaison directe avec la voie ordinaire ou large ; mais la théorie est certainement plausible, et le peu d'expérience acquise l'appuie ; la théorie et l'expérience ont fait naître une certaine foi dans la supériorité de la voie étroite, et elle va acquérir rapidement et sur une grande échelle la faveur du public et une sanction pratique.

Le gouvernement russe a adopté la voie de 3 pieds 6 pouces (1m.06) pour de nouveaux et importants chemins de fer dans ce pays. Dans l'Inde, après une grande lutte entre les partisans des vieux principes et des nouveaux, on a adopté une voie de 3 pieds 3 pouces (1m.00) pour le grand réseau des chemins de fer, et l'on va commencer la construction de plusieurs milliers de milles de cette voie.

On remarquera par ces indications de différentes largeurs de voie, que les partisans de la voie étroite ne paraissent pas encore fixés sur une largeur déterminée. La voie du Festiniog (pays de Galles), chemin qui a été le commencement pratique des voies étroites, a seulement 2 pieds (0m.60) de largeur, mais son trafic consiste dans le transport d'ardoises seulement, et presque partout on la regarde comme trop étroite pour le trafic général. Les voies norwégiennes, qui semblent être venues après la précédente, ont 3 pieds 6 pouces (1m.06), mais elles parcourent un pays agricole et peu habité, et le titre de modèle leur est refusé par les

principaux partisans de la voie étroite. Les Russes ont adopté la même largeur, en partie par la force de l'exemple de leur voisin, mais plus encore peut-être comme compromis avec les ingénieurs du vieux système qui défendent la voie large.

Le choix fait par l'Inde d'une largeur de 3 pieds 3 pouces vient probablement de ce que cette mesure correspond au mètre français, regardé dans les cercles scientifiques comme l'étalon futur des mesures. M. Fairlie, cependant, l'ingénieur civil anglais, qui s'est identifié le plus complètement avec les intérêts des lignes étroites, pense que la largeur de 3 pieds (0m.91) est la véritable mesure. Elle donne, selon lui, une capacité suffisante, tout en réduisant le poids mort au minimum convenable; si l'on adopte une largeur plus petite, la capacité décroît outre mesure; si l'on en choisit une plus grande, le poids mort augmente semblablement. D'après cet argument et l'exemple de l'expérience acquise ici, la voie de 3 pieds est généralement adoptée comme type de voie étroite en Amérique; et ceux qui ne sont pas familiers avec les questions et les discussions touchant aux chemins de fer, qui ont eu lieu ces derniers six mois, seront surpris de constater avec quelle intensité et dans quel large rayon l'idée de la voie étroite s'est emparée du développement des chemins de fer en Amérique.

Il y a en vérité une sorte de contagion dans notre pays, et la plupart des nouvelles lignes projetées à l'Ouest ont adopté le principe de la voie étroite ou bien examinent sérieusement s'il n'est pas de leur intérêt de l'adopter. *La ligne du Colorado central, tracée dans les montagnes à partir de Denver, est en train de diminuer la largeur de sa voie, et son extension projetée à l'Est avec un raccordement sur l'Union-Pacific à "Pine Bluff," sera de la même largeur. La ligne* en voie de construction *de Ogden vers le nord de l'Utah*, dirigée vers Montana, et connue sous le nom de ligne du nord d'Utah, est à voie étroite; on a déjà commandé le fer pour quelques-unes de ses premières sections. Une nouvelle ligne, traversant les plaines qui s'étendent du fleuve du Missouri jusqu'à Denver, et partant de Leavenworth, nommée "*Leavenworth et Denver*" (600 milles, soit 960 kilomètres, de longueur) est non seulement projetée avec voie étroite, mais encore la chaussée sur 100 *milles* (160 kilom.) de long est préparée, le fer est acheté, et l'équipement est en voie de construction. Le grand roi des chemins de fer de Leavenworth, "Len" Smith, qui passe pour avoir acheté à M. Caldwell sa place au sénat des États-Unis, est le père de cette entreprise, tandis que l'appui et l'encouragement viennent du remuant et

entreprenant " Tom " Scott, du cercle de la ligne centrale de Pennsylvanie. *La compagnie du Grand-Pacific du Sud, commençant au Texas*, a voté l'adoption de la voie étroite, mais pour construire, elle a besoin de la sanction du gouvernement à Washington. *Une ligne à voie étroite a été* commencée *entre Terre-Haute et Cincinnati. Un embranchement à voie étroite de la ligne centrale de Pennsylvanie, situé dans la région des charbons semi-bitumeux, est en cours de construction ; la ligne centrale d'Arkansas, allant d'Hélena à* " *Little Rock*," avec un embranchement sur " Sulphur Springs " est en train d'établir un chemin à voie étroite, et a commandé ses véhicules. *En même temps, presque tous les états, depuis le Massachusetts jusqu'à la Californie* présentent des projets naissants de lignes principales ou de branches locales devant être construites sur le nouveau principe. St-Louis s'est beaucoup occupé d'un nouveau chemin construit sur un large plan et devant être *à voie étroite ; ce sera une route directe allant à New-York*, et ayant des embranchements allant à l'intérieur de New-England, et à Philadelphie et Washington. Tout est étudié sur le papier, les frais sont calculés, et les dépenses sont réparties entre les comtés des divers états au travers desquels ce chemin est appelé à passer. Un autre grand projet de voie étroite est celui de quelques propriétaires de terrain houiller de Pennsylvanie, *pour une ligne directe allant de leurs mines de houille jusqu'au cœur de New-England*, dans le but de fournir aux régions manufacturières le matériel générateur de la vapeur, au plus bas prix possible. Quant au Colorado, il a la voie étroite " au cerveau." *Les chemins de fer des rues de* Denver *sont à voie étroite.* Un langage spécial à la voie étroite enrichit ou abaisse, comme vous le voudrez, le langage local ; ainsi, par exemple, une des meilleures dénominations est celle de "jackass," attribuée à un "entêté comme une mule en faveur de la voie étroite."

Naturellement la possession d'une grande quantité de chemins de fer à voie large est un obstacle pratique au développement de la nouvelle idée. L'impossibilité de faire des raccordements, c'est-à-dire de transférer des wagons d'une voie d'une largeur, à une autre d'une autre, influera sur beaucoup de projets, et empêchera l'extension rapide des nouveaux chemins de fer, avant que leur supériorité ne soit absolument prouvée. Mais, dans l'esprit public, les frais de transbordement d'un wagon dans un autre ont été exagérés. Avec des combinaisons mécaniques les dépenses de cette sorte peuvent être réduites à une fraction minime des frais de transport ; et du moins sur ce point il n'y a pas de raison suffisante contre l'introduction de la voie étroite pour les lignes d'embranchement des lignes existantes,

lorsque ces embranchements ont à parcourir une contrée montagneuse ou une contrée agricole, peu peuplée, n'ayant pas les fonds nécessaires pour construire la voie plus large et plus coûteuse, mais qui est arrêtée dans son développement et souffre dans son délaissement parce qu'elle n'a pas de chemin de fer la reliant aux affaires et au monde social. N'importe, la voie étroite jette hardiment son gantelet dans l'arène et défie les vieilles lignes à un combat à armes égales, ne faisant pas d'apologie pour elle-même, n'acceptant aucune restriction, mais insistant sur ce que dans une contrée en plaine, comme en pays de montagnes, pour un grand comme pour un petit trafic, elle a tous les avantages pour beaucoup de raisons, et elle compte seulement sur le temps et sur l'opportunité des circonstances pour prouver ce qu'elle avance.

Il y a en outre quelque chose de plus de dû à l'impulsion donnée à cette grande question de la voie étroite en Amérique. Les principaux promoteurs sont les habitants de Philadelphie et du Colorado ; le capital vient en partie de Philadelphie, mais principalement d'Angleterre et de Hollande. Le général William J. Palmer, qui est un " graduate " * de la guerre et qui appartient au chemin de fer central de Pennsylvanie et au chemin de fer du Kansas-Pacific, est l'ingénieur pratique et le président de cette affaire ; et MM. J. Edgar Thomson, S. M. Felton, R. H. Lamborn, de Philadelphie, et A. C. Hunt, ancien gouverneur du Colorado, sont ses habiles collaborateurs. Les emprunts pour la route s'élèvent à 16,000 dollars par mille, et l'argent a été réalisé pour sa construction jusqu'à Puebla, 119 milles au-dessous de Denver, tandis que des négociations se font pour obtenir les moyens de pousser activement les travaux au travers du Nouveau-Mexique et jusqu'aux " Halls of the Montezumas " † même. A une distance de 86 milles plus loin que Puebla se trouve Trinidad, la dernière ville importante du Colorado. De là au fleuve Rio-Grande il y a 100 milles à peu près ; jusqu'à Santa-Fé 75 milles ; jusqu'à Albuquerque, sur le 35e cercle de latitude, il y 100 milles ; en ce point la ligne traversera le chemin de fer de l'Atlantique et du Pacifique allant à l'Ouest, vers la Californie ; à 260 milles d'Albuquerque on trouve El Paso, sur les confins du Mexique, et la ligne du Texas-Pacific, qui est à 260 milles plus loin ; on atteint Chihuahua 350 milles plus loin ; et finalement de cette ville à la capitale du Mexique il y a 650 milles. Ainsi la distance de Denver au Mexique est à peu près de 750 milles (1,200 kilom.), et de là à la capitale du Mexique il y a 1000 milles (1,600 kilom.).

* Gradé. † Palais de Montézuma.

Il paraît probable aujourd'hui que cette distance sera parcourue et ces places atteintes par ce chemin avant qu'elles ne le soient par aucune autre ligne des Etats-Unis. Le Nouveau-Mexique, avec son commerce important, ses ressources agricoles aussi bien que minérales, si riches, si variées, sera tout d'abord desservi par la ligne du Colorado ; et l'annexion probable du Mexique aux Etats-Unis recevra sa première et grande impulsion pratique par l'émigration qui viendra par ce haut plateau qui est dans le centre du continent, — vaste région de climat tempéré, offrant les productions de la zône tempérée, salubrité et richesse, et en tous points un champ libre pour une population et sa prospérité. Ce sont là d'importantes suggestions pour l'homme politique et pour l'homme d'Etat, et elles donnent à cette route encore plus d'importance comme œuvre nationale, qu'elle n'en avait comme étant le premier début et le représentant de la voie étroite en Amérique. Par les mêmes raisons, la ligne venant du sud du Missouri et du Kansas, passant au travers du territoire indien dans le Texas, sera le signal et la source d'une nouvelle prospérité pour cette grande région, cette ligne similaire allant à Mexico à travers une contrée très-fertile et très-richement pourvue, très-saine, n'offrant pas les tentations des tropiques, non plus que les influences avilissantes des contrées de la côte, inaugurera une ère nouvelle pour le Mexique, lui donnera de nouvelles populations, une nouvelle croissance matérielle et un nouvel avenir politique.

L'on doit se rappeler que le Mexique a une population de 9,000,000 habitants, est dépourvu de toute rivière navigable et n'a encore que 200 milles de chemins de fer. D'un autre côté, la partie des Etats-Unis qui se trouve à l'ouest du fleuve Mississipi, y compris Saint-Louis, n'a pas la moitié de ce nombre d'habitants, et cependant possède le Missouri, l'Arkansas, la Colombia et le Sacramento, et tous ces fleuves sont navigables pour les bateaux à vapeur et radeaux ; en plus on y trouve à ce jour 4,000 milles de chemins de fer. Réfléchissez à ces contrastes. Pensez un moment que Mexico est à 200 milles à l'ouest de Vera-Cruz, et 600 milles à l'est du Pacifique. Pensez à la grande richesse minérale de cette contrée, principalement en argent, et vous verrez là un champ et une puissance de développement et d'amélioration dont ces simples cent milles de chemin de fer à voie étroite dans le Colorado sont le commencement. C'est à leur extension rapide que les Américains sont destinés à pénétrer les premiers dans ce pays et à l'envahir. Aucun pays civilisé n'offre, échelonnées sur un chemin de fer, une série de villes plus importantes et plus favorables pour nos entreprises modernes. Ainsi nous trouvons Queretaro, Guanajuate, San-Luiz-Potosi, Zacatecuo, Durango et Chihuahua, avec des

populations de 20,000 à 80,000 habitants chacune, et prêtes à embarquer leur argent à la tonne.

Ce qui se relie encore à ces suggestions est ce fait que le général Rosecrans et quelques associés ont obtenu récemment du gouvernement du Mexique une concession importante pour des voies ferrées allant depuis Vera-Cruz, en passant par Mexico, jusqu'à l'Océan Pacifique; concession riche en terres et en exemptions d'impôts Pour rendre cette concession entièrement efficace, la réalisation de la ligne allant du nord au sud du Mexique est absolument nécessaire, et l'Amérique et le Mexique feront bien de joindre leurs efforts pour la favoriser; car, en la favorisant, ils lui assureront un progrès rapide.

Réponse au Rapport de
MONSIEUR RAMSBOTTOM
CONTRE
Le Principe de la Machine Fairlie.

En 1867, trois machines basées sur mon principe furent construites par ordre des agents de la Couronne pour les colonies, et furent envoyées à Queensland pour exploiter un chemin de fer à voie étroite situé dans cette colonie (3 pieds 6 pouces). Une de ces machines seulement fut montée et essayée en Australie, et quoique les deux autres n'aient jamais été retirées de leurs caisses, toutes trois furent condamnées. Après un délai de quelques années, elles furent réembarquées pour cette contrée-ci, et, vers le mois d'octobre dernier, deux rapports séparés furent écrits à leur propos ; un de ces rapports a été préparé par M. J. Ramsbottom, l'éminent ingénieur de locomotives. Maintenant, *comme ces machines n'ont été en aucune façon construites d'après mes dessins*, et que je ne les avais jamais vues avant leur retour dans cette contrée-ci, je n'ai rien à dire contre les critiques que M. Ramsbottom fait sur certains de leurs détails. Mais comme ce rapport contient la condamnation *du principe* de la machine Fairlie, je trouve ici une opportunité favorable de répliquer à ses allégations, et de démontrer clairement quelques-uns des principaux avantages de ma locomotive comparée à celles de type ordinaire.

Dans son rapport, M. Ramsbottom allègue, en condamnant le principe de la machine Fairlie, qu'un défaut sérieux réside dans les châssis des trucks mobiles, lesquels sont libres de se mouvoir *horizontalement*, mais ne sont pas libres de se déplacer

verticalement par rapport à la chaudière,* le mode d'attelage ou d'accouplement des trucks mobiles entre eux empêchant tout jeu vertical. Dans le but d'essayer cette partie de l'arrangement, M. Ramsbottom fit établir une portion de voie temporaire surélevée en un point, comme le montre la fig. 1, et présentant un rayon de courbure minimum. M. Ramsbottom assure que le résultat du passage des machines sur le sommet de la rampe était une telle réduction de la charge reposant sur la première paire de roues, qu'il était évident que la machine ne présentait aucune sécurité sur une pareille route : et c'est sur ce point qu'il a fondé sa principale objection au principe.

M. Marshall, qui est l'autre rapporteur pour les locomotives de Queensland, répète dans un langage plus forcé les objections ci-dessus, et explique ses remarques au moyen d'un dessin (fig. 1).

Maintenant, avec tout le respect possible pour la profonde connaissance des types des machines ordinaires prises en général, que M. Ramsbottom possède, cette condamnation radicale, répétée par M. Marshall, montre certainement chez eux une connaissance imparfaite de la machine Fairlie, comme je vais maintenant le prouver.

Supposons, pour les besoins de la cause, que les deux trucks mobiles de la machine en question soient parfaitement rigides dans un plan vertical, comme le serait une poutre en fer (chose parfaitement impossible), même avec de telles conditions, lorsque la machine passe sur le sommet formé par deux rampes opposées, de 1 sur 100, l'effet qui a été indiqué ne peut se produire. Pour mieux faire comprendre mon argument j'ai introduit quelques figures représentant la machine de Queensland comme elle est, ainsi que le type de locomotive à marchandises généralement employé.

* En fait, dans les machines de Fairlie convenablement dessinées, les châssis des trucks mobiles sont libres de se mouvoir horizontalement et verticalement.

Fig.1.

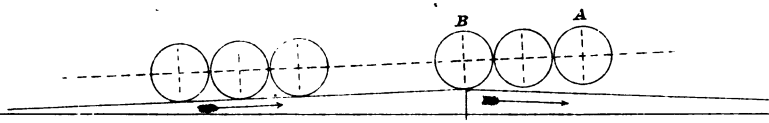


Fig.2.

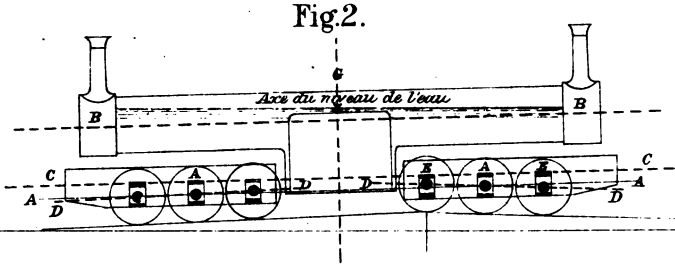


Fig.3.

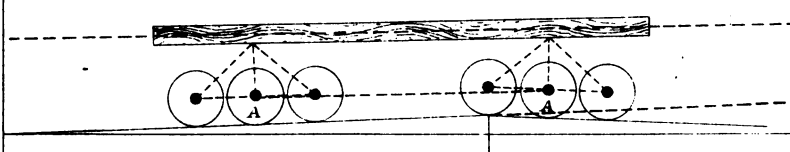


Fig.4.

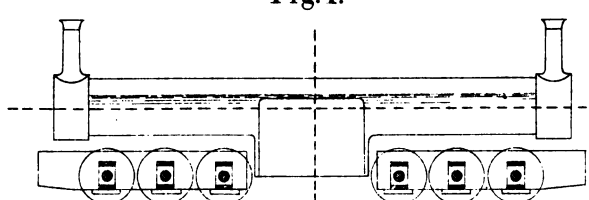


Fig.5.

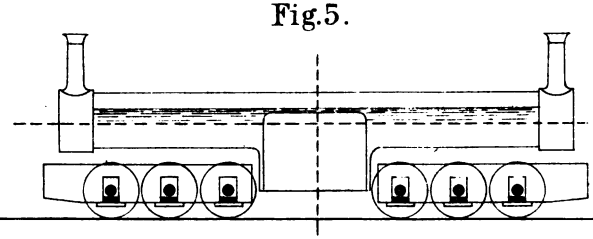


Fig. 6.

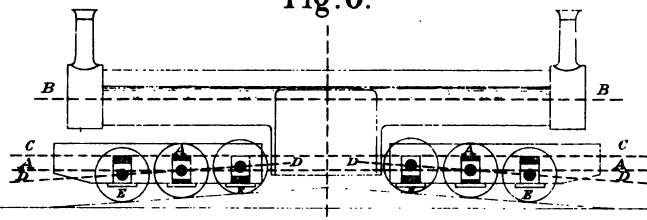


Fig. 7.

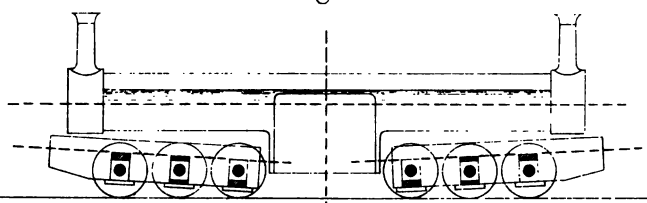


Fig. 8.

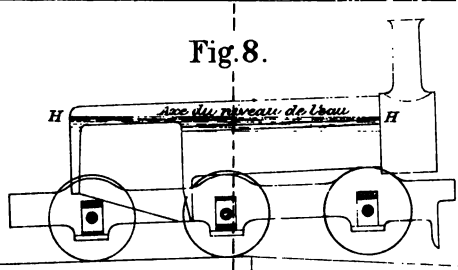


Fig. 9.

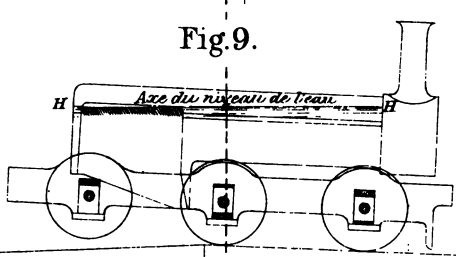
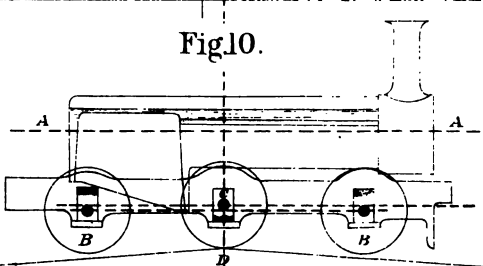


Fig. 10.



La figure 2 représente la machine de Queensland placée sur le sommet de deux rampes inversées, dans la position dont on parle ; seulement pour donner encore plus de relief, j'ai choisi une rampe de 1 sur 50, au lieu de 1 sur 100, ce qui exagère le cas à mon désavantage, parce que, s'il y a du danger dans le premier cas, ce danger sera doublé dans le second ; mais l'on verra que le poids reposant sur les roues de devant de la machine ne sera jamais réduit d'une manière assez grande pour rendre la machine dangereuse lorsqu'elle passe sur la rampe opposée de 1 sur 50, et encore moins sur celle de 1 sur 100 ; on verra aussi qu'il n'y a aucune portion de leur poids transportée ou supportée sur les entretoises qui sont au-dessous des glissières des boîtes à graisse du truck mobile. En fait, il reste un espace de $\frac{1}{4}$ de pouce ($0^m.006$), comme je le démontrerai plus loin. En conséquence, il y a non seulement le poids des roues, essieux, et boîtes à graisse, sur les rails, mais il y a en plus la pression de haut en bas des ressorts, pression correspondante à l'espace de $\frac{1}{4}$ de pouce, qui reste entre le bas de la boîte à graisse et l'entretoise des plaques de garde.

Supposant, comme je l'ai déjà dit, que les deux trucks mobiles soient aussi rigides dans le sens vertical qu'une poutre en fer, leur ligne d'axe horizontale restera parallèle au centre de la chaudière. Dans la figure 2 j'ai placé les deux trucks mobiles et la chaudière parallèles entre eux, ce qui représente la plus mauvaise position possible dans mon cas, (position que j'affirme être impossible), mais que je prends ainsi pour montrer plus clairement la fausseté de l'argument de M. Ramsbottom.

Le principe de la chaudière portée sur les essieux du milieu pourra être bien compris par un examen de la figure 3, qui représente une poutre de bois, reposant à chaque extrémité en un point situé au-dessus de l'essieu du milieu, ce point étant également relié à chaque essieu. La chaudière Fairlie est supportée d'une manière semblable, et repose sur le centre des trucks mobiles, au-dessus des roues du milieu.

Les chaudières des machines de Queensland sont supportées au-dessus des roues centrales de chaque truck A A, fig. 2 ; par suite, lorsque la machine sera dans la position représentée, la ligne d'axe de la chaudière B B sera parallèle à la ligne joignant les centres des essieux A A. Si nous supposons que la ligne de centre de chaque truck mobile, C C, est rigidement parallèle à la ligne de la chaudière B B, elle sera aussi parallèle à la ligne A A ; alors, tirant les lignes D et D au travers des axes des essieux E E, qui sont parallèles aux rails, nous trouverons que la ligne D D n'est pas parallèle aux lignes A A, B B et C C, et il s'en faut d'une quantité égale à la longueur de l'inclinaison des rails sur la moitié de la longueur de base de roue E E ; c'est-à-dire : la base de roue de chacun de ces trucks mobiles étant 6 pieds 3 pouces ($1^m.83$), et l'inclinaison de la ligne de 1 sur 50, il s'ensuit que la plus grande différence de parallélisme (représentée par la ligne D D) entre la ligne des centres des essieux E E et les lignes A A, B B et C C, serait de $\frac{3}{4}$ de pouce au-dessus et de $\frac{3}{4}$ de pouce au-dessous de la ligne de centre A A. Des précautions sont prises pour toutes les locomotives, de manière que les organes qui retiennent les roues, (les centres des essieux des roues E E seront toujours à la même distance du dessus des rails, tant que les roues auront un coussinet sur leur fusée), permettent à chaque partie du châssis du truck mobile située au droit de l'axe des roues E E d'être élevée au-dessus de la ligne d'axe des essieux, ou abaissée au-dessous de cette ligne, d'un pouce ($0^m.025$) ; ce qui veut dire aussi que le châssis peut être abaissé, sa ligne d'axe étant parallèle à celle des essieux, jusqu'à ce qu'il vienne s'appuyer sur le sommet des boîtes à graisse, voyez, figure 5 ; la distance de l'abaissement du châssis est alors d'à peu près 1 pouce ($0^m.025$) ; d'un autre côté, comme il y a de même une distance d'un pouce, et en dessous et en dessus des boîtes à graisse, on comprendra facilement qu'une extrémité du châssis peut être élevée d'un

pouce et l'autre abaissée d'un pouce, voyez figures 6 et 7 ; dans la figure 6, on voit un cas, où les axes du châssis et de la chaudière restent parallèles, tandis que les roues extrêmes sont élevées ou abaissées du jeu total laissé, soit 2 pouces ($0^m.05$) ce qui correspond à l'inclinaison de la voie. Les figures 4, 5 et 7, ont trait à cette partie de la question et l'éclaircissent.

La figure 4 montre les châssis et les roues comme ils devraient être, c'est-à-dire sur une ligne de niveau, avec les distances convenables au-dessus et au-dessous des boîtes à graisse. La figure 5 montre le châssis abaissé au point de reposer sur les boîtes à graisse, et la figure 7 montre le châssis élevé à une extrémité et abaissé à l'autre, du jeu total usuel d'un pouce.

J'explique minutieusement cette position de la locomotive, car c'est seulement par une entière intelligence de cela que le lecteur peut déterminer les situations relatives du double truck mobile, et d'une machine ordinaire sur la rampe opposée indiquée dans le rapport de M. Ramsbottom.

Retournons maintenant à l'argument qui nous est présenté, ayant ainsi pris connaissance de l'espace qui existe entre le châssis de la machine et les boîtes à graisse des roues, et nous trouverons que la ligne d'axe du bogie C C, figure 2, quoique restant parallèle à la ligne d'axe de la chaudière B B, permettra un déplacement de la ligne d'axe des essieux D D, atteignant 1 pouce au-dessus et 1 pouce au-dessous de la ligne A A (voyez figure 6) ; par conséquent, comme il ne faut que les $\frac{3}{4}$ d'un pouce pour maintenir la position des roues sur les rails, sur la rampe opposée de 1 sur 50, il en résulte que nous avons sur la voie, et pour une des extrémités, non seulement le poids entier des roues de devant, essieux, et boîtes à graisse, (et cela dans la position de la machine choisie par M. Ramsbottom pour montrer ce qu'il appelle un grand défaut dans le double truck mobile), mais encore la force due à l'action des ressorts correspondante au jeu de $\frac{1}{4}$ de pouce qui sépare le dessous des

boîtes à graisse des entretoises du châssis ; pour l'autre extrémité ce sera le jeu entre le haut des boîtes à graisse de l'essieu d'arrière, et le châssis ; ces distances sont distinctement montrées dans la figure 2.

J'arrive maintenant à cette partie du raisonnement de M. Ramsbottom qui prouve la vérité de ce vieil adage : " Ceux qui vivent dans une maison de verre ne devraient pas jeter de pierres." Ayant montré que le principal argument de M. Ramsbottom contre la machine Fairlie n'a aucun fondement, il est naturellement assez juste que je critique dans les mêmes termes que l'a fait M. Ramsbottom, la locomotive qu'il recommande si fortement.

La figure 8 montre la position de sa machine à marchandises passant le sommet d'une rampe de 1 sur 50 dans les mêmes conditions que celles prises pour ma machine. On voit que, lorsque la roue du milieu de sa machine est distante de 5 pieds du sommet de la rampe (le même jeu étant donné au-dessus et au-dessous des boîtes à graisse dans les deux cas), les roues d'avant seront descendues aussi bas que le châssis peut le permettre, c'est-à-dire 1 pouce. En d'autres termes, l'extrémité d'arrière du châssis aura conservé la même inclinaison que la rampe tandis que les roues d'avant, après avoir passé le sommet, auront suivi la pente de la ligne, dans la limite que leur permet le jeu des boîtes à graisse, et la machine avançant toujours, tout le poids des roues d'avant sera porté par les entretoises placées au-dessous des glissières des plaques de garde, et lorsque les roues du milieu se seront approchées tout près du sommet, les roues d'avant seront suspendues dans l'air au-dessus des rails ; l'élévation de ces roues augmentera jusqu'à ce que la machine s'étant avancée assez loin pour que le poids de l'avant contrebalance le poids de l'arrière, la locomotive basculera, soulevant les roues d'arrière et les suspendant dans l'air (voyez figure 9) ; les roues d'arrière ne retomberont sur les rails que lorsque la machine sera passée

sur la pente ; en d'autres termes, les lignes d'axe du châssis et de la chaudière, restant toujours parallèles entre elles,* continuent de gravir la rampe parallèlement aux rails tandis que les roues d'avant, après avoir franchi le sommet, descendent la pente jusqu'à ce que les boîtes à graisse restent sur les entretoises placées au-dessous des glissières. Lorsque ceci a eu lieu, le châssis montant toujours, l'une des deux choses suivantes doit arriver ; ou bien les roues seront assez lourdes pour abaisser le châssis, ou bien (ce qui arrive actuellement), le châssis soulèvera les roues d'avant et les supportera jusqu'à ce que les roues du milieu de la machine s'approchant du sommet ou le dépassant, concentreront graduellement le poids entier de la machine sur elles-mêmes, et formeront ainsi un centre de rotation, comme le fléau d'une balance, jusqu'à ce que le poids des roues d'avant, contre-balançant graduellement celui des roues d'arrière, la masse bascule et vienne porter sur les roues de devant. Il ne faut pas oublier que pour la majeure partie du temps pendant lequel ce dangereux mouvement se produit, les roues du milieu portent non seulement la charge qui leur incombe, mais encore alternativement le poids entier de chacune des extrémités de la machine, et que, pendant un temps assez court, avant et après le passage des roues de milieu de la machine sur le sommet, *elles ont à supporter seules tout le poids de la machine ;* la meilleure comparaison que je puisse donner, est de dire que la machine se comporte comme une bascule pendant le temps qu'elle change de point d'appui d'une paire de roues sur une autre, tandis que ce mouvement ne peut avoir lieu dans *aucune circonstance, avec la machine Fairlie à double truck mobile*, bien que la charge doive varier un peu sur les roues E E du truck mobile, mais seulement de la différence entre la force des deux ressorts, l'un étant comprimé

* La ligne d'axe du châssis et de la chaudière de la machine de M. Ramsbottom sont forcément parallèles, soit à l'un soit à l'autre des rails inclinés, tandis qu'il en est autrement avec la machine Fairlie (fig. 3).

et l'autre détendu, un peu en dehors de leur condition normale, *tandis que la charge sur la roue du milieu reste toujours la même.*

Tout cela est si évident et si clair que véritablement il ne faut aucune connaissance technique pour le comprendre. Les figures de la machine de M. Ramsbottom aussi bien que celles de la machine de Queensland sont dessinées à une échelle exacte, mais l'inclinaison des rails est exagérée pour mieux faire ressortir la position sur les rampes. Pour compléter les preuves à ce sujet je donnerai les dimensions suivantes :

La base de roue de la machine ordinaire à marchandise (le même raisonnement s'applique à toutes les machines ordinaires, soit pour marchandises, soit pour voyageurs) est 15 pieds 6 pouces ($4^{m}.74$) ; placée sur une inclinaison de 1 sur 50, mi-partie sur la rampe, mi-partie sur la pente, la ligne d'axe de sa chaudière A A, figure 10, étant horizontale, la ligne d'axe des roues B B serait de 2 pouces au-dessous d'une ligne tirée par l'axe de l'essieu du milieu C, parallèlement à la ligne d'axe A A de la chaudière. Cette position est montrée par la figure 10, excepté que les roues B B ne pouvant descendre de 2 pouces, parce qu'il n'y a qu'un pouce de jeu, les roues ne sont baissées que de cette quantité, et l'autre pouce se traduit par la séparation qui se produit entre ces roues et les rails ; en d'autres termes, si cette machine s'arrêtait avec ses roues de milieu sur le sommet de la rampe, et si le poids de la machine était égal de chaque coté de l'essieu du milieu, le poids entier de la machine serait porté sur les roues du milieu C, et les roues des extrémités B B seraient suspendues au-dessus des rails à une hauteur d'un pouce. Après avoir montré clairement, je l'espère, l'entière fausseté de cette partie de l'argument de M. Ramsbottom, partie sur laquelle il compte beaucoup, je profite des diverses figures pour montrer une autre face de la question des machines du système Fairlie comparées à

celles de M. Ramsbottom : ce point, qui est de la plus grande importance, et qui semble avoir été entièrement perdu de vue par cet ingénieur, est le niveau d'eau dans les chaudières sur les rampes. On voit que dans la machine Fairlie, figure 2, le milieu de la longueur de la boîte à feu G est l'axe du plan de l'eau *en tout temps et à toute position* de la machine ; c'est-à-dire, que, si 4 pouces d'eau existent au-dessus de la boîte à feu d'une machine Fairlie à double chaudière sur niveau, la *même quantité* sera maintenue au-dessus du centre de la boîte à feu de cette même chaudière sur *une rampe quelconque.* La boîte à feu d'une machine Fairlie à double chaudière étant au centre, l'eau restera toujours au même niveau au-dessus du centre de la boîte à feu, précisément comme dans un niveau d'eau.

Voyons maintenant comment la chaudière de M. Ramsbottom se comporterait dans les mêmes circonstances.

La boîte à feu de sa machine est placée à une extrémité de la chaudière. La conséquence de ceci est que tant que la machine monte une rampe, avec la boîte à feu à l'extrémité inférieure, il y aura toujours une quantité suffisante d'eau (voyez figure 8, H H) mais sitôt que la position de la machine changera, comme en H H, figure 9, l'eau découvre le sommet de la boîte à feu qui court le risque d'être brûlée ; il est bien connu qu'une boîte à feu brûlée demande une réparation coûteuse. De plus, lorsque la machine monte la rampe, l'eau étant très-élevée au-dessus de la boîte à feu, où est placé le niveau d'eau par lequel le mécanicien s'assure de la position de l'eau dans la chaudière, ce niveau se trouve rempli bien au-dessus du point d'indication le plus élevé ; il s'ensuit que le mécanicien doit alimenter sa chaudière au jugé, et doit aussi avoir toujours présent à l'esprit pendant la remonte, que bien que son niveau soit plus que rempli, sitôt que sa machine commencera la descente, l'eau coulera du côté opposé et le tube

du niveau deviendra presque instantanément vide ;—il s'ensuit que sur des rampes prononcées, avec les machines de M. Ramsbottom, tout dépend de l'intelligence du mécanicien, tandis que le niveau d'eau étant dans le centre ou dans l'axe du plan de l'eau dans les chaudières Fairlie, on a toujours la position exacte de l'eau soit sur un niveau, soit sur une rampe.*

* Cette difficulté venant du niveau de l'eau, augmente pour tout pouce que l'on ajoute à la longueur des chaudières du type ordinaire. Prenez par exemple la machine Meyer ; les chaudières de ces machines doivent être de 3 à 5 pieds plus longues que celles de M. Ramsbottom, et par suite on les trouvera d'un emploi très-incommode, sinon impossible, sur des lignes ayant des rampes même modérées.

DIAGRAMMES
DE POIDS UTILE ET DE POIDS MORT.

Dans les diagrammes suivants on a essayé de comparer graphiquement les poids utiles (payants) et les poids morts sur les lignes de différentes largeurs de voie, aussi bien pour le trafic des voyageurs que celui des marchandises. Dans ce dessein j'ai choisi sept largeurs de voie différentes, les voici : celle de 3 pieds (cm.91) et 3 pieds 6 pouces (1m.06) exploitées avec le matériel Fairlie, celle de 3 pieds 6 pouces de Norwége, celle de 4 pieds 8½ pouces (1m.44) de France, la même en Angleterre, celles de 5 pieds 6 pouces (1m.68) et de 4 pieds 8½ pouces (1m.44) employées en Amérique. Naturellement il était impossible de songer à montrer autre chose que des résultats approximatifs, mais comme les même conditions sont appliquées à chaque largeur de voie, la comparaison doit être juste.

Les diagrammes ont été dressés avec les bases données par le trafic des voyageurs et marchandises sur les lignes françaises, dont les statistiques sont si complètes qu'elles laissent peu à désirer. En même temps l'on doit se rappeler qu'en prenant cette méthode pour type, on obtient pour la voie étroite un résultat bien moins favorable qu'en prenant le système plus extravagant d'exploitation employé en Angleterre ou en Amérique. J'ai préféré cependant prendre la méthode française pour base, car c'est celle de toutes les autres qui approche le plus d'une exploitation économique avec la voie large. J'ajouterai simplement que les vitesses sont supposées être les mêmes sur chaque largeur de voie ; sur celle de 3 pieds (0m.91) on peut obtenir toutes les vitesses moyennes d'exploitation atteintes sur les voies plus larges. Le poids des machines n'est compris dans aucune des comparaisons.

Le diagramme I montre la capacité totale offerte en places ou en espace, le poids mort, le poids utile du matériel roulant pour voyageurs sur les différentes largeurs de voie mentionnées ci-dessus. La signification des différentes lignes est expliquée si clairement sur le diagramme, que je crois pouvoir me contenter d'une courte description. Pour éviter toute complication, les trois classes de voitures à voyageurs ont été prises

ensemble, et la moyenne seulement a été mise sur le diagramme. Le poids mort net par voiture, indiqué par la quatrième ligne du diagramme, est une approximation aussi grande que possible de la pratique actuelle, où l'on rencontre tant de types différents.

Toutefois les poids donnés pour les voitures des deux premières voies étroites indiquées, sont ceux que j'ai obtenus par ma pratique particulière. Le nombre des places offertes par voiture, donné par le diagramme, est la moyenne des trois classes, excepté pour le matérial américain qui n'a en pratique qu'une seule classe. Pour les voies les plus larges, nous supposons 24, 40 et 50 voyageurs pour les premières, secondes et troisièmes classes respectivement, soit une moyenne de capacité de 38 places par voiture comme il est montré. Sur les voies étroites une moyenne de 26 voyageurs par voiture est obtenue. La ligne qu'il faut mettre en parallèle avec celle du "nombre des places offertes par voiture," est celle du "nombre des places occupées par voiture." Ce nombre a été pris de 25 pour cent dans chaque cas. Cette ligne des "places occupées" peut être comparée avec celle du "poids mort net" qui en est très-rapprochée, et l'on verra qu'en montant à partir de la voiture américaine de 15 tonnes, où l'on a 14 places occupées, les lignes divergent vers le haut du diagramme, jusqu'à la voie de 3 pieds (0m.91) de large où l'on a 6 places occupées, pour un poids mort net de 3.25 tonnes, c'est-à-dire que dans ce dernier cas, la moitié de la capacité est utilisée conjointement avec une réduction d'un quart du poids mort. Ce résultat est montré dans la ligne "nombre de tonnes de poids mort nécessaires pour transporter une tonne de voyageurs, d'après la pratique actuelle." Par cette ligne l'on voit que le poids mort s'abaisse depuis 16 tonnes par voiture pour une tonne de voyageurs sur les lignes américaines, à 10.5 tonnes sur les chemins de fer français, et 8.5 et 7.75 sur les voies de 3 pieds 6 pouces, et 3 pieds de large respectivement. D'autre part, le matériel américain montre le plus fort résultat sur la ligne marquée "nombre de pieds cubes donnés par voyageur." Ceci est en raison de la grande hauteur et de l'arrangement moins économique des places qui existe dans le matériel américain; cet avantage apparent n'est gagné qu'au dépens d'un grand excès de poids mort, ce qui est prouvé par la ligne marquée "nombre de pieds cubes par tonne de voiture." L'on voit par celle-ci que tandis que la voiture américaine donne à peu près 180 pieds cubes par tonne, les voitures de 3 pieds et 3 pieds 6 pouces du type Fairlie donnent 215 pieds cubes par tonne.* Or 180 pieds cubes

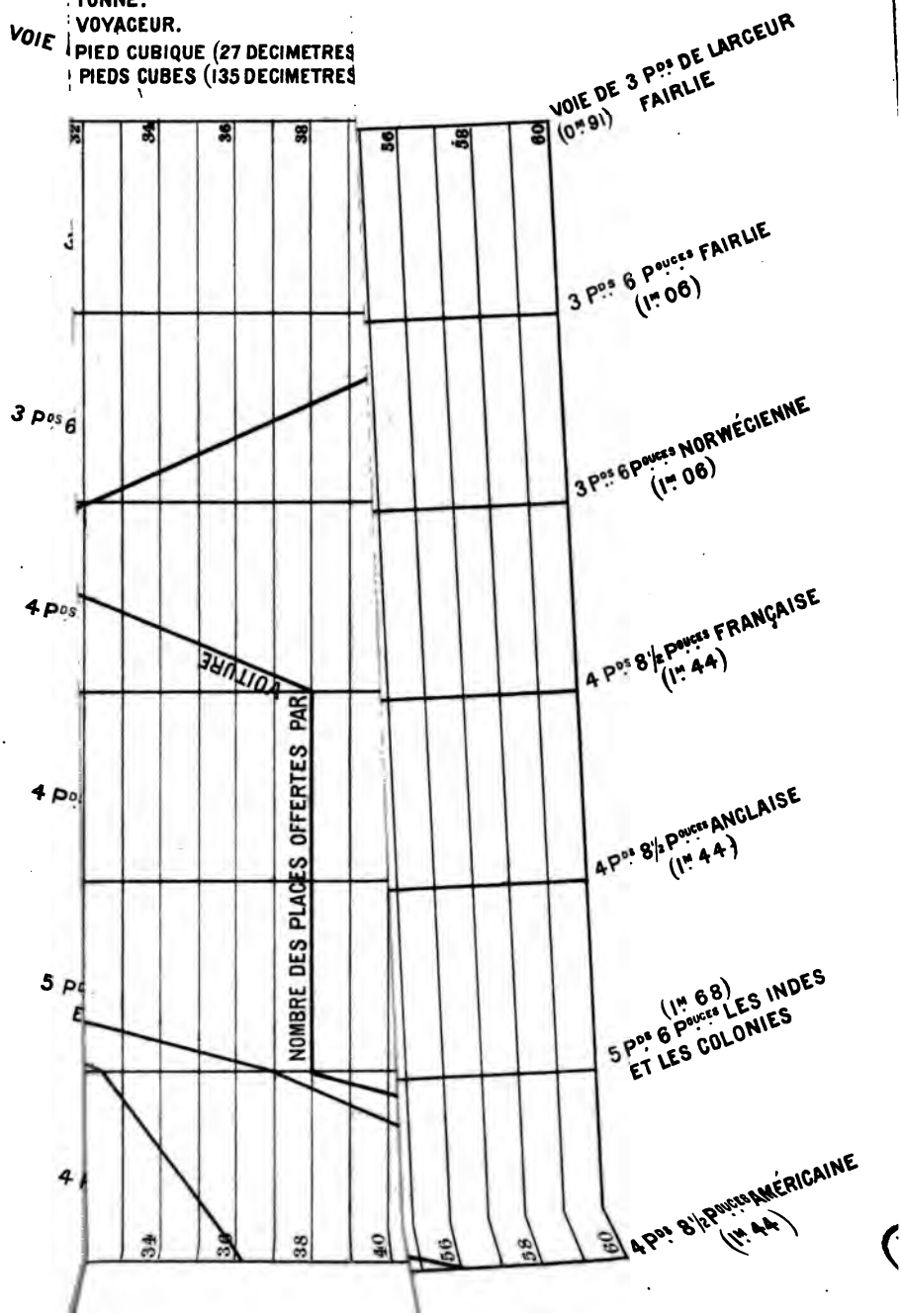
* L'échelle des pieds cubes sur les diagrammes est seulement cinq fois plus petite que les autres échelles, de telle sorte qu'un intervalle entre les lignes verticales représente 5 pieds cubes.

Nº 1.

E DISPONIBLE L
ES VOIES DE DIFI

TONNE.
VOYAGEUR.
PIED CUBIQUE (27 DECIMETRES
PIEDS CUBES (135 DECIMETRES

VOIE



sont plus que le résultat obtenu dans la pratique générale avec le matériel américain.

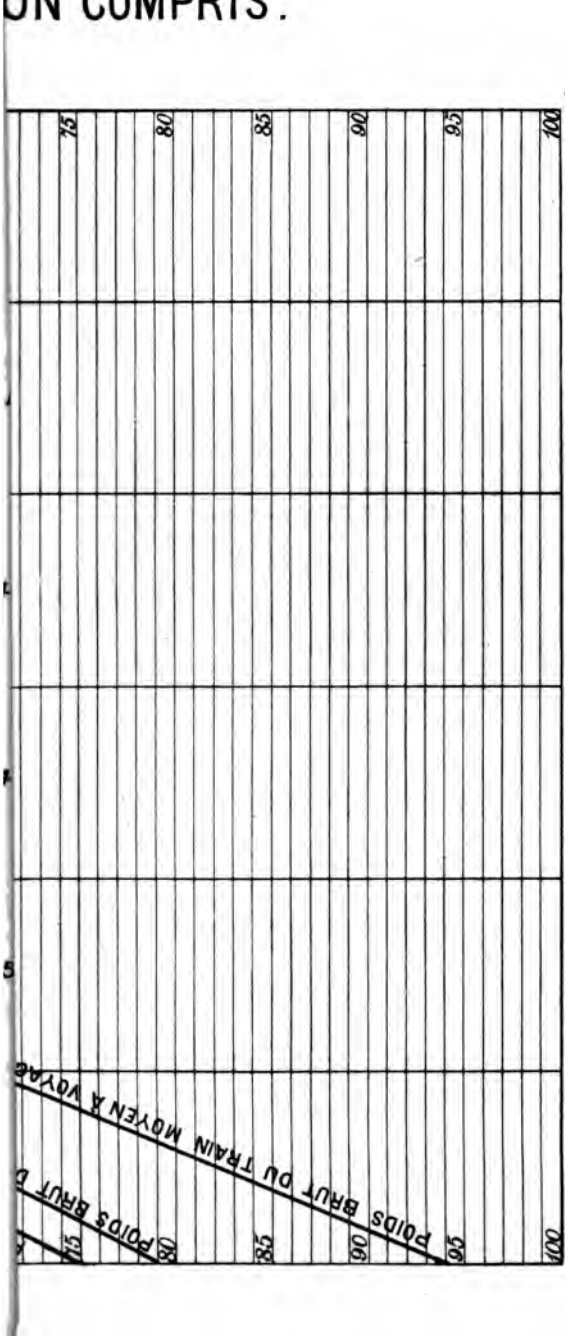
Dans le diagramme II on trouve les rapports entre les charges payantes et celles non payantes d'un train moyen à voyageurs, pour les mêmes largeurs de voie que celles qui sont comprises dans le diagramme I.

Le nombre de voyageurs est supposé être de 60, leur poids étant de 4 tonnes, et le rapport des places occupées à celles qui pourraient l'être étant de 25 pour cent, comme dans le diagramme précédent. Le même rapport par cent est aussi pris pour le nombre de milles parcourus à vide, de sorte qu'en évaluant le poids mort total du train, la proportion du parcours à vide doit être ajoutée, comme il est montré par une ligne séparée. Les lignes montrent respectivement le poids des voyageurs transportés, le nombre de tonnes de voiture requis pour transporter une tonne de voyageurs, et les poids nets et bruts du train moyen, non compris dans tous ces cas le poids de la machine, lequel diminuerait naturellement dans le même rapport que le poids total à remorquer. En fait, ces diagrammes étendent le cas d'une voiture (donné dans le diagramme I), au cas du train moyen.

Les tableaux ci-annexées donnent le nombre et le poids des voitures des différentes voies qui seraient nécessaires pour transporter un nombre quelconque de voyageurs, compris entre 1 et 100, en voitures de première ou deuxième classe, si les voitures étaient remplies à leur maximum de capacité. Si elles sont remplies seulement au degré moyen, le poids mort sera quadruplé dans chaque cas.

Tableau montrant les nombres et les poids de voiture nécessaires sur les voies de différentes largeurs, pour le transport d'un nombre donné de voyageurs de première et deuxième classe, compris entre 1 *et* 100, *les voitures étant entièrement chargées.*

Nombre de Voyageurs.	3 pieds 0 pcs. Fairlie. (0m.91)		3 pds. 6 pcs. Fairlie. (1m.06)		3 pds. 6 pcs. Norwégien. (1m.06)		4 pds. 8½ p. Français. (1m.44)		4 pds. 8½ p. Anglais. (1m.44)		5 pds. 6 p. Indien. (1m.68)		4 pds. 8½ p. Américain. (1m.44)	
Première Classe.	Nombre de Voitures.	Poids des Voitures.	Nombre de Voitures.	Poids des Voitures.	Nombre de Voitures.	Poids des Voitures.	Nombre de Voitures.	Poids des Voitures.	Nombre de Voitures.	Poids des Voitures.	Nombre de Voitures.	Poids des Voitures.	Nombre de Voitures.	Poids des Voitures.
		tons.		tons.		tons.		tons.		tons.		tons.		tons.
1 à 18	1	3.25	1	3.5	1	4.6	1	6	1	7	1	8	1	15
19 à 24	2	6.50	2	7.0	2	9.2	1	6	1	7	1	8	1	15
25 à 36	2	6.50	2	7.0	2	9.2	2	12	2	14	2	16	1	15
37 à 48	3	9.75	3	10.5	3	13.8	2	12	2	14	2	16	1	15
49 à 54	3	9.75	3	10.5	3	13.8	3	18	3	21	3	24	1	15
55 à 72	4	13.00	4	14.0	4	18.4	3	18	3	21	3	24	2	30
73 à 90	5	16.25	5	17.5	5	23.0	4	24	4	28	4	32	2	30
91 à 96	6	19.50	6	21.0	6	27.6	4	24	4	28	4	32	2	30
97 à 100	6	19.50	6	21.0	6	27.6	5	30	5	35	5	40	2	30
Deuxième Classe.														
1 à 30	1	3.25	1	3.5	1	4.6	1	6	1	7	1	8	1	15
31 à 40	2	6.50	2	7.0	2	9.2	1	6	1	7	1	8	1	15
41 à 60	2	6.50	2	7.0	2	9.2	2	12	2	14	2	16	2	30
61 à 80	3	9.75	3	10.5	3	13.8	2	12	2	14	2	16	2	30
81 à 90	3	9.75	3	10.5	3	13.8	3	18	3	21	3	24	2	30
91 à 100	4	13.00	4	14.0	4	18.4	3	18	3	21	3	24	2	30

N° 2.

LE POIDS PAYANT
S SUR LES VOIES DE
ON COMPRIS.